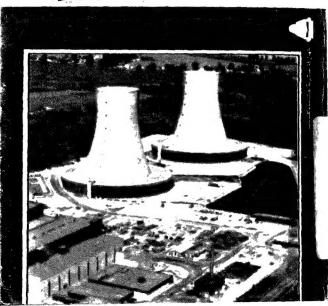
تبسيط العلوم

السلامة الإشعاعية وحوادث المطات النووية

د محراحترمودجمعه



تبسيط العلوم

السلامة الإشعاعية

د . محمد أحمد محتمود جمعه نانب دنيس الجمية الدولية لفيزياء الانعاع للشرق الاوسسط وافريقيا



مقندمة

خلال الربع الثانى من عام ١٩٨٦ حسدت حريق بمفاعل تشيرنوبل الروسى وانطلقت سحابة اشــــعاعية وصلت الى السويد حيث تم اكتشافها خلال أقل من يومين على بعد ١٣٠٠ كيلو متر ٠

وخلال الشهر الأول بعد الحادثة كثر استخدام الفاظ ومصطلحات لوحدات الاشعاع ومنها وحدات الكورى - البكريل - الريم والملى ريم والرونتجون والملى رونتجون والرونتجون لكل ساعة •

كما أدت هذه الحادثة الى التفكير فى الغاء البرنامج النووى المصرى ، وكذلك الى تشكيل لجنسة للطوارى الاشعاعية بمصر ولجان عربية الحرى لمتابعة الرصيب الاشعاعي فى الهواء والماء والسلسلة الغذائية .

وخلال الاسبوع الاخير من شهر مايو من تقس العام

وخلال الاسبوع الاول من شهر يوليو من نفس العام ذكر بالجرائد اليومية عن وضع قواعد وضوابط خاسف بمرور السفن النووية بالمرات الدولية (قناة السويس)

لهذا اخترت سلسلة تبسسيط العلوم لتعريف القارى، بالمعلومات الاساسية اللازمة عن الاشعاع (ووحده النشاط الاشعاع) مسم النشاط الاشعاع الكورى وعن تفاعل الاشعاع) مسم المواد وطرق الوقاية من الاشعاع والسلامة الاسسماعية وانواع التعرضات مع ذكر لبعض المصادر الاسسماعية ولكى نتكلم عن حوادث المحطات النووية كان لابد من ذكر شيء عن ادارة الطاقة الذرية المصرية ثم عن محطات القوى الكهوبائية لتوليد الكهرباء – فحادثة مفاعل جزيرة الثلاثة أمال الامريكية وحادثة جريق مفاعل تشيد نوبل الروسي وأخرا تلخيص لحادثة وحدة الكوبالت المشم

وارجو أن أكون من خلال هذه السلسنلة الخاصسية. بتبسيط العلوم قد بسطت ما أعرفه من علم والله الجوفق •

رد" محيد أحيد المحمود جمعه :

۱۹۸٦/٧/۱۸ : في ۱۹۸٦/٧/۱۸

تهتم علوم الاشعاع بطرق توليده وتفاعله مع المواذ واستخدامه والكشف عنه وكيفية الحماية منه - ويطلق لفظ أشعة ايضا على الاشماع المستخدم في التشخيص والعلاج الطبى ، كما يطلق هذا المسئلاء على نوع واحد من الاشعاع مثلا اشعة الفا أو اشعة جاما مثلا .

وكما هو معروف للجميع أن الاشعاع لا نحس به بل ندركه من خلال أثره بالمواد ·

ويمكن تصنيف الاشعاع الى اشعاع موجى واشعاع جسيمى ·

وتنطلق الاشعاعات الموجية من الذرة نتيجة اثارتها فيما عدا أشعة جاما التي تنطلق من نوأة الذرة نتيجية اثارتها

وتنطلق الاشعاعات الجسيمية نتيجسة تأين الذرة استعرف عملية التأين بنفس الفصل فيما بعد) كما تنطلق الاشعاعات الجسيمة نتيجة التحولات النووية (ظاهرة النشاط الاشعاعي بالطبيعة) أو نتيجة التفاعلات النووية -

تستخدم في وسائل الاعلام مصسطلحات اشعاعية لذا نرى التعريف بها :

الاشماع الذرى: موجسات تنتشر بسرعة الفسوء (٣٠٠ الف كيلو متر في الثانية) وتتولد نتيجة حسركة الكترونات الذرة ويطلق على الوحدة من هذه الموجسات بالفوتونات وكل فوتون يحمل طاقة .

الاشعاع النووى : يشهل على موجهات تنتشر بسرعة الضوء تتولد نتيجة اثارة النواة وتحمل ههذه الفوتونات طاقة • كما تشتمل على جسيمات ذات كتهل متناهية في الصغر وهي بدورها تحمل طاقة •

وقبل التعريف بأنواع الاشعاع المختلفة علينا أن نتكلم عن الذرة ونواتها وحتى نتخيل الذرة ونواتها علينا أن نتخيل المجموعة الشمسية ولكن بحجم متناهى فى الصغر ٠

فنواة الذرة (جسيم ذو كتلة صغيرة جدا) في مركز المندرة ويدور حول النواة – الكترونات (جسيمات ذات كتل صغيرة جدا جدا) وكل الكترون يدور في منهدار محدد ، ويصل تصف قطر الذرة ١/١٠٠ من المليون من السنتيمتر .

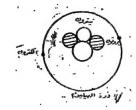
وتتكون نواة الذرة من نوعسين من الجسيمات هي البروتونات (كلمة تعنى الجسيمات الوجبينة)

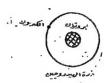
والنيترونات (كلمة تعنى الجسيمات المتعادلة) ٠

ويتغير حجم النواة حسب عدد الجسسيمات التى بداخل الذرة ، فيكون الحجم اقل ما يسكن فى حالة الهيدروجين فيصل نصف قطر نواة الذرة الى ١٠/١ من مليون المليون من السنتيمتر ، ويزداد نصف القطر بزيادة عدد الجسيمات حتى نصل الى اليورانيوم وهو القسل المناصر الموجودة بالطبيعة ويدخل بنواته ٩٢ من البرتونات ويطلق على عسدد البروتونات ، ويطلق على عسدد البروتونات ، والنيترونات بنواة الذرة بالعدد الكتلى ،

الذرة متعادلة من ناحية الشيحنة الكهربية ولأن نواة الذرة موجبة الشيحنة الكهربية لابد من توفر جسسيمات سالية الشيحنة بالذرة وهي الالكترونات التي تدور خارج نواة الذرة وحولها '

ومن أبعاد نواة الذرة والذرة تجد أن داخـل الذرة كتلة ذات كثافة عالية (الكثافة النووية) وفراغ وخـلال مذا الفراغ تدور الكترونات • وللعلم فقط فان كتـــلة الالكترون ٩ × ٢٠-٢٠ جرام وكتلة البروتون أو النيترون ٧ م ١٠٠٠ جرام ، أي أن الجسيمات النووية أثقل من الالكترونات ١٠٠٠ مرة •





شكل رقم (١) نموذج المرة عنصر الهيدوجين وذرة عنص الهليوم

استخدم الاطباء مصطلح أشعة منذ اكتشاف الاشعة السينية عام ١٨٩٥ وظاهرة النشاط الاشعاعي عام ١٨٩٦ ويرجع الفضل الى العالم الانجليزى رثرفورد في تسمية الاشعاع الصادر من الراديوم الى أشعة الفا واشعة بيتا وأشعة جاما •

ويطلق لفظ أشعة الراديوم على الاشعاع الصادر من الراديوم "

ومن خلال دراسة خواص وصفات هذه الاشعة اتضح ما يلي :

أشعة الفا عبارة عن نواة ندة الهليوم وهى عبارة عن عسيمات (٢ من البروتونات و ٢ من النيترونات) • وتتولد أشعة الفا نتيجة التحولات النووية بالعناصر النقيلة بالطبيعة كاليورانيوم مشلا ، حيث يقل الترابط بين الجسيمات العديدة بالنواة لكثرتها ولزيادة النسبة بين النيترونات الى البروتونات بها • فتهرب هذه الجسيمات تاركة نواة الذرة وهي تحمل طاقة • كما أن أشعة الفا تتولد من التفاعلات النووية •

اشعة بيتا وهي عبارة عن جسيمات موجبة الشحنة البزوترون = الكترون موجب) أو جسيمات سالبة الشحنة (الكترونات) وتنطلق مع التحولات النسووية للمناصر الثقيلة بالطبيعة ومن التفاعلات النووية ٠

أشعة جاما وهي عبارة عن موجات تنبعث من نهواة الذرة المثارة وكل فوتون يحمل طاقة ·

أشعة اكسواكتشفها العالم كونراد رونتجون وأطلق عليها أشعة رونتجون الا أن أشعة أكس او الاشعة السينية هو اللغظ المستخدم عالميا في الوقت الحالى وهي عبارة عن موجات تنبعث من خارج نواة الذرة وكل فوتون يحمل طاقة •

توصل العلماء الى وجود رابط بين أشعة جاما وأشعة اكس والاشعة المنوق بنفسجية والضوء المرثى والاشعة دون الحمراء والميكرووف وأشعة الراديو الترددى والمرجات الكهربية • وهذا الرابط هو أن سرعة هذه الاشعة هسو سرعة الضوء (٣٠ الف كيلو متر في الساعة) • وأطلق العلماء على الوحدة من هذه الموجات المفوتون •

كما توصل العلماء الى أن طاقة الفوتون ترتبط مع تردد هذه الموجات • فكلما زاد الثردد زادت الطاقة •

وأطلق مصطلح الكهرومفناطيسية على هذه الاشعة بسبب طريقة توليدها من داخل اللرة المثارة • فكما هـــو معروف أن نتيجة حركة الشكفنات السالبة (الكترونات) يتولد تيار كهربى ونتيجة وجود تيار كهربى يوجد مجال مفناطيسي متعامد معه وتنتشر الموجات الكهرومفناطيسية في اتجاه متعامد على كل منهما • ولفظ كهرومفناطيسية في اتجاه متعامد على كل منهما • ولفظ كهرومفناطيسية لفظ مركب من كلمتي الكهربية والمغناطيسية •

وعليه فان الاشماعة فوق البنفسسلجية موجات كهرومغناطيسية تنطلق من الذرات المسارة وكل فوتون يحمل طاقة أشماعة أكس واكبر من طاقة الضوء المرثى *

والضوء المرئى موجات كهرومغناطيسية تنطلق من الغدات المثارة وتحمل الفوتونات طاقة أقل من طاقة الاشعة فوق البنفسجية الا أنها أكبر من طاقة الاشعة دون الحمراء وكما نعلم أن هذا الضوء يتحلل الى سميعة الوان وهي طبقا لطاقتها البنفسجي للانيل لله الازرق للاختر ومن الإصفر فالبرتقالي وأقلهم من ناحية الطاقة الاحمر ومن مصادر الضوء المرثى الذي يسمتخدم بكثرة في الطب والصناعة أشعة الليزر وهي ضوء مرثى أحادي الطاقة ينتشر بكيات هائلة في مسار دقيق وعليه تكون الطاقة الكلية المصاحبة له كبيرة جدا وعليه يستخدم في عمليات القطم واللحام واللحام

ــ الاشعة دون الحمراء أو الاشعة الحرارية وهي موجـات كهرومغناطيسية وتعمل فوتوناتها طاقة أقل من طـــاقة الضـــوء المرثمي وتزيد عن طاقــة فوتوتات الميكرووف (الموجات القصيرة) 10

المكرووف موجات كهرومغناطيسية وتعمل وو توناتها طاقية أقل من طاقة الأشييعة دون الحمراء

وتسبتحام حاليا أفران الميكرووف في اعداد الطعام وفي الأغراض الطبية وتتميز هذه الموجلات ابانتشارها بفي الأوساط المسامية مثل السراميك ولا تنتشر في الأوساط المعدنية .

- وأشعة الراديو الترددئ هَى أيضَا موجسات كهرومغناطيسسية تحمل فوتوناتها طاقـة أقــل من الميكرووف

مما سببق يتضح أن للاشبعاع (أو الاشعة) الموجى والجسيمى طاقة · ويعتبد تأثير الاشعاع على المواد طبقا لطاقة الشعاع · ويمكن تصنيف الاشبعاع الى اشعاع مؤين والاشعاع المؤين مو الذى يعبره · والاشعاع غير المؤين هو الذى يعبره · والاشعاع غير المؤين هو الذى لا يسبب تاين للوات الوسلط الذى يعبره والاشعاع المذى يعبره والاشعاع غير المؤين هو الذى لا يسبب تاين للوات الوسلط المذى يعبره ولكن يسبب اثارة ذواته ·

ويضم الاشماع المؤين أشعة الفا وأشعة بيتا وأشعة جاما وأشعة اكس هذا بالإضافة الى نواتج التفساعلات النووية . ويضم الاشماع غير المؤين الاشعة فوق البنفسجية والضوء المرثى والأشعة دون الحمراء والميكرووف والموجات الكهربية •

وحتى نفهم تاثير الاشــــماع بالمواد علينا أن تعرف ظامرة الاثارة وظاهرة التأين * تكون الذرة مستقرة عندما تكون في اقل مستوى طاقة وتصبيح الذرة غير مستقرة عندما تكتسب طاقة أي تصبح الذرة مثارة وتكون في مستوى طاقة أعلى من مستوى الطاقة للذرة المستقرة •

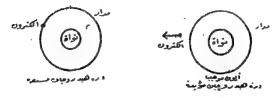
وتحصل الذرة على الطاقة الزائدة نتيجة امتصاص فوتونات أو جسيمات *

ونتيجة لامتصاص الطاقة الزائدة تميد الذرة ترتيب الكثروناتها بالمدارات حول الذرة • وفي خلال فتـــرة زمنية (واحد على مليون من الثانية) تعود الالكترونات الى المــدار الأصلى مع اطــلاق الموجات الكهرومغناطيسية (فوتونات) •

وتعتمد طاقة الفوتونات المنبعثة على نوع الذرة وعلى كمية الطاقة الزائدة ·

والنواة المستقرة أيضا تكون في وضع أقل طاقة وتكون النواة المثارة في مستوى طاقة أعلى من مستوى الطاقة للنواة المستقرة وتصبح النواة مثارة بواسمطة المتصاص فوتونات أو جسميمات ونتيجة لهذه الطاقة

الزائدة تعيد النواة توزيع القبحنات الكهربية بداخلها مما يؤدى الى انبعاث موجات كهرومفناطيسية من النواة (أشعة جاما) • تعرف عمليــة التأين بأنهـــا عملية تحويل الذرة المستقرة الى أيون موجب والكترون (الزوج الأيونى) •



شكل رقم (٢) ناوذج كذرة الهيدروجين الزينة وذرة هيدروجين مستقرة

وكما سسبق ذكره أن الذرة متمادلة من ناحية الشحنة لوجود الالكترونات سالبة الشحنة والتي تسسبع حول النواة ووجود البروتونات الموجبة داخل النواة مذا بالإضافة الى أن عدد الجسيمات السالبة = عدد الجسيمات الموجبة ويطلق على هذا العدد بالعدد الذرى •

وعنسه اكتسساب الذرة طاقة من الفوتونات او الجسيمات تزيد عن الطاقة اللازمة للاثارة وكافية لفك الارتبساط بين الكترون أو أكثر وثواة الذرة (قوة الربط قوة كهربية) • تترك هسنه الالكترونات الذرة تناما وتصسبح الذرة في هذه الحالة غير متعادلة من ناحية الشحنة الكهربية وتتحول الى أيون موجب الشحنة .

وعلى سبيل المثال عنه مروز الأشعة السينية في حيز من الهواء فان فوتوتات الأشعة السينية التي تمتصها ذرات الأكسوجين والنيتروجين تتسبب في تأين هما المنرات وتتحرر الكترونات وتنطلق بطاقة حركية عالمة كما تتكون أيونات موجبة وتتسبب الالكترونات الحرة في تأين ذرات أخرى للهواء •

وللعلم تعرف الموسوعة البريطانية (*) علم الفيزيا، بأنه العلم الذي يهتم بتفاعل الطاقة مع المادة ·

⁽大) الوسوعة البويطانية المنتصرة ،

لما كانت المسادة تتفسسكل على ثلاث حالات وهي الفازية والسائلة والصلبة فان المواد المشعة تكون أيضا في صورة غازية وسائلة وصلبة ٠

وتقسم الصادر المسعة الى ثلاثة أنواع :

المسادر المفلقة وهي المسادر التي توجد داخل وعاء محكم ولا تتسرب منه المادة المشعة • المسسادر المفتوحة وهي المسسادر التي تحتوى على مواد مشعة في مسورة غازية أو سائلة أو صلبة ومن المكن أن تتسرب المادة المسمعة من الوعاء الحاوى لها ، وأخيرا الأجهزة التي يصدر تتبجة تشغيلها اشعاع مؤين ومنها جهاز الأشعة السينية والمجلات النووية وأجهزة التليغزيون ويتحكم في هذه الأجهزة عن طريق مصدر القدارة الكيربية •

تتم التفاعلات النووية بين جسسيم يتحرك (او فوتون) وهدف ثابت (أو متحرك) وينتج عن التفاعلات النووية انبعاث جسيم (أو فوتونات) والنواة المرتدة •

وتتم هذه التفاعلات بنواة الهدف وتتكون ما يعرف بالنواة المركبة وينتج عنها انبعاث الجسيم (أو فوتونات) والنواة المرتدة *

من أهم التفاعلات النووية التفاعل الانشطارى حيث تتفتت نواة عنصر ثقيل الى نواتين متوسطتين كما هو الحال في القنابل الذرية والمفاعلات النووية •

ومن التفاعلات الهامة التفاعل الاندماجي حيث تندمج نواتان من المشاصر الخفية لتكون نواة أثقل مع اطلاق طاقة كبيرة كما هو الحال في القنابل الهيدروجينية،

ومن التفاعلات الهامة أيضا تفاعلات الاسر النيتروني وتفاعلات التنشيط النيتروني حيث يكون الجسم المتحرك نيترون وتآسر نواة الهدف هذا النيترون مكونة نواة مرتدة في حالة اثارة •

وتستخدم المجلات النووية في زيادة سرعة الجسيم المتحرك وعليه تزيد طاقة هذا الجسيم وينتج عن تصادمه مع هدف ثابت تفاعلات نووية عديدة •

وغالبا ما تكون النواة المرتدة نظيرا مشعا أي مادة مشمة يصدر عنها اشعاعات مع التحولات النووية · لا شك في أن تقدير خطر الوفاة لكل سنة للأفراد من الأسباب المختلفة وفي المجموعات المهنية المختلفة لامر صعب * ففي الولايات المتحلة الأمريكية وبناء على الملخص الاحسائي الامريكي ١٩٧٠ فان خطر الوفاة بأمراض القلب بلغ ٣٦٤ حالة لكل مائة آلف (الاحتمال ٣٦٤ مر٠٠)

وخطر الوفاء بالسرطان بلغ ١٥٧ حالة لكل مــاثة الف (الاحتمال ١٠٥٧-٠٠٠ °

يوضح الجدول التالى عدد الحوادث التى أدت الى الوفاء لمجموعات من ١٠٠٠ رجل خلال زمن عملهم (مائة مليون سماعة عمل) فى المملكة المتحدة (من كتماب الوقاية بالمستشفيات ـ ١٩٨٥ بالانجليزية) ٠

عدد حالات الوفاة لكل ١٠٠٠	الصـــناعة
٦٧	اليناء .
	عامل الإشارة بالسكة الحديد
4.1	العبيد
١٤	عمال مناجم الفحم
١-	الزراعة
٨	مبتاعة المعادن والسنفن
٥	الصناعات الكيميائية
۳د۱	المركبسات
٥١٠-	الملابس والأسذية

وطبقا لتوصيات الرابطة الدوليسة للوقاية من الاشماع والوكالة الدولية للطاقة الذرية فان احتسال الوفاة نتيجة تعرضات الأشعاع يبلغ واحسد كل عشرة الإف لكل ريم (+) *

ولتوضيح هذا الاحتمال نفيد بالآثي :

۱ ــ عند تعرض عشرة آلاف شخص كل منهم لجرعة مكافئة مقدارها واحد ريم : ۱۰۰۰ ملى ريم = ۱۰ ميلي

من الريم •

سيفرت ** فأن وأحدا منهم فقط يموت ٠

۲ مد عند تعرض ملیون شمیخس کل منهم لجرعة
 مکافئة مقدارها ۱۰ مل ریم (۱۰۰ میکرو سیفرت) فان
 واحدا منهم فقط یعوت *

- كما أن هذا الاحتمال يعنى أيضا:

 ١ -- عند تعرض فرد واحد الى جرعة اشعاعية كبيرة تبلغ ١٠٠ ريم (١ سيفرت) فان احتمال الوفاة يزيد الى ١٠٠/ (واحد فى المائة) ٠

۲ ــ وعند تعرض الف فرد كل منهم لجرعة مكافئة مقدارها ۱۰۰ ريم (۱ سيفرت) فان احتمال الوفاة لكل منهم (= ۱۰۰/۱۰) وتبلغ عــــد حــــالات الوفاة = ۱۰۰ حالات .

وكما هو معروف أن المصريين يتعرض ون لجرعات السعاعية من الاشعاع الطبيعي تصمل الى ١٠٠ ملى ديم (١٠ ملى صيفرت) في السنة ٠

وأن عدد السكان في مصر قد بلغ ٥٠ مليون تقريبا

⁽大大) السيفرت وحدة جرعة كبيرة ... السيفرت = ١٠٠ ريم ٠

وعليه تكون جرعة السكان - ٥٠ مليون × واحد ملي سيفرت - ٥٠ × ١٠٠٠٠٠ × ١٠٠٠٠/ × ١٠٠٠٠/ × ا

ويكون عدد حالات الوفاة بالسرطان نتيجة الاشعاع الطبيعي في مصر = ٥٠٠ حالة سنويا ·

واذا كان معدل الوفاة في مصر حوالي ١٪ ـ وهذا يعني نصف مليون حالة وفاة سنويا وعليه تصل الوفاة نتيجة الاشماع الطبيعي الى ١٠٠٠/١ من حمالات الوفاة ٠

الكوري وحدة النشاط الاشماعي

يعرف الكورى بانه عهد المتحولات النسبووية في الثانية الواحدة يسسساوى ٣٧ ألف مليون تحول في الثانية -

ومع كل تحول نووى تنطلق جسيمات مشــــحونه (بيتا أو الفا مثلا) •

وكما هو معروف أن اسم الوحدة (الكورى) يرجم الى مدام كورى التى توصلت الى استخلاص واحد جرام من عنصر الراديوم من خام البتشبلند فى بداية القرن .

والتحولات النووية من واحد جرام من الراديوم في الثنانية الواحدة تولد ٣٧ ألف مليون تحول في الثنانية تقريبا .

والراديوم عنصر صلب نواته غير مستقرة في الطبيعة ويتولد نتيجة تعول نووى ويتعول هو يدوره الى عنصر الرادون والرادون غاز مشع (أي غير مستقر) ومع حدد التحولات النووية تنطلق جسيمات الفا والتي عند مرورها في أي وسط تؤدي الى تأين هذا الوسط •

ثابت التحول النووي

وطبقا لقوانين الفيزياء النووية والاشعاعيـة فان النشاط الاشــعاعي يساوى ثابت التحول للعنصر المشم مضروبا في عدد النويات (عدد النرات) المشعة *

وثابت التدول مرتبسط مع نصف عبر المنصر المشير (وهو الزمن اللازم لتقليل النشساط الاشماعي الى النصف) وكما هو مبين من اسمه أنه ثابت للمنصر ويتغير العنصر و

وهو الزمن اللازم لتقليل النشاط الاشمعاعي الى النسف وهو مقدار ثابت للنظير المشم ويتغير بتغير النظير ويتغير أيضا بتغير المنصر ·

والعناصر المستقرة ليس لهما نصف عمر · امما العناصر غير المستقرة لها انصاف أعمار ·

والجدول التالى يوضح انصاف أعمار بعض النظائر المشعة ·

الرادون - ۲۲۰ غاز مشم نصف العبر ۸ر۳ يوم اليود - ۱۳۱ غاز مشم نصف العبر ۸ يوم

⁽۱۴) الرقم أمام النظير المشم هو العدد الكتلى أى عدد البروتونات والديترونات بنواة العصر والكورى وحدة كبيرة ومن مشسستفات الكورى الملكي كورى = ١٠٠٠٠٠٠/١ من الكورى والمسكروكورى = ١٠٠٠٠٠٠/١ من الكورى و

كوبالت ـ ٦٠ صلب مشع نصف العمر ٢٦٠٥ سنة الراديوم ـ ٢٦٦ صلب مشع نصف العمر ١٦٢٠ سنة اليورانيوم ـ ٢٣٨ صلب مشع نصف العمر ٥ر٤ آلف مليون سنة

الوحدة المستحدثة للنشاط الاشعاعى مى البكرل نسبة الى العالم الفرنسى هنرى بكرل الحاصل على جائزة نوبل لاكتشافه ظاهرة النشاط الاشعاعى عام ١٨٩٦ -

والوحدة الجديدة تطلق على وحدة التحول النووى لكل ثانية وعليه قان الكورى وحدم كبيرة للنشـــــاط الاشماعي وتساوى ٣٧ ألف مليون بكرل

تركيز النشاط الاشعاعي في الهوا،

عندما تنطلق مواد مشعة من مصدر ما في الهوا، فان تركيز النشاط الاشعاعي بالهواء له وحدم الكوري في المتر الكعب (أو البكرل في المتر المكعب) *

ويزداد التركيز الاشعاعي في الهواء بزيادة النشاط الاشعاعي في حير الهواء أو بتقليل ججم الهواء

ومن المناصر غير المستقرة في الهواء غاز الرادون ــ ٢٢٢ المشم والذي تنطلق منه جسيمات الغا وكذلك غــاز الارجون ــ ٤٠ المشم ، تصل المواد المشعة الى التربة أما عن طريق وجود مواد مشعة بالتربة نفسها ومنها اليورانيوم والشوريوم ورواتج تحويله • كما تصل المواد المسعة الى التربة نتيجة التساقط الاشعاعي من التجارب على التفجيرات النووية أو من التساقط الاشعاعي من الفيوم الاشسعاعي المنطلق من المحطات النووية كما في حالة حادثة تشيرنوبل السوفيتية •

والوحدة المستخدمة لقياس تركيز المواد المشعة في التربة هي الكوري لكل حرام (أو البكرل لكل كيلو جرام)

ويزداد تركيز المواد المشعة فى التربة بزيادة المواد الساقطة الشعة أو يتقليل الكتلة التى يتم بها التساقط

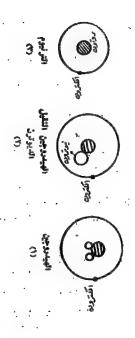
ولازالة تلوث التربة تقلب التربة أي تضبع الطبقة الملوية هي الطبقة السفل وتترك لسنوات عديدة * كما هو معروف أن الماء يتكون من أكسوجين وهـو غاز وهيدو الله سائل عناد وهيدوجين وهو غاز أيضا ــ الا أنه يتحول الى سائل عنه اتحاد الفازين ويحتوى الماء أيضا على عناصر أخرى ولكن بكميات صفيرة واذا زادت هذه العناصر الذائبسية في الماء عن حد معين يصبح الماء غير قابل للاســـتعمال (الشرب)

والهيدروجين أخف العناصر له ثلاثة نظائر سالنظير الأول الهيدروجين واحد ويتواته بزوتون واحد والنظير الثاني الهيدروجين اثنين سوينواته بروتون واحسد ونيرون والميدروجين ثلاثة سوينواته بروتون واحد مو الهيدروجين واحد هو الغالب ويصل نسبة وجوده الى ٩٩٪ والهيدروجين اثنين تصسل نسببة وجوده في الطبيعية الى أقل من ١٪ والهيدروجين ثلاثة نادر الوجود في الطبيعية

ونظائر الهيدروجين لها نفس صفات غاز الهيدروجين الكيمائية من ناحية التفاعلات النووية ·

ويطلق على الهيدروجين - ٢ بالهيدروجين الثقيل

شكل (٣) نظائر الهيدروجين الثلاثة



ويطلق على المساء الناتج من اتعساد الهيدروجين سـ ٢ (الديترون) مع الاكسجين بالماء الثقيل ويسستخدم في المفاعلات النووية خاصة الكندية .

ويطلق على الهيدرجين – ٣ بالترتيـــوم ويتميز عن الهيدروجيين – ٢ والهيدروجين – ٣ بأن نوات، غـير مستقرة • أى أنه مشم والماء المتكون من اتحاد الهيدروجين – ٣ مم الاكسجين ماء مشم •

وللعلم فان هيدروجين ــ ٣ له نصف عمر ١٢ صنة وتنطلق من نواته جسيم بيتا ويتحول احدى النيترونات (بالنواة) الى بروتون وعليه تتغير الصفة النووية للمنصر ويصبح عنصر جديد وهو العنصر الذي يلى الهيدروجين في الجدول الدورى للعناصر ويصبح هليوم ــ ٣ والهليوم غاذ •

ويتوله الماء المشم (غير الستقر) فى المساعلات النووية ويصل الى التربة والماء عن طريق الإنطلاقــــات الاشعاعية من المفاعلات النووية *

والوحدة المستخدمة لقياس تركيز المادة المسمعة في الماء هي البكريل لكل ملى لتر أو كورى لكل جرام .

تفاعل الاشتعاع مع الواد

حتى ندرك كيفية تفاعل الاشعاع مع الواد عليا أن نصنف الاشعاع طبقا لنوعه الى :

۱ ـ اشعاع مؤین أى له طاقة كافیة لتأین الوسسط
 المار به •

۲ ــ اشسعاع غير مؤين أى ليس له طاقة كافية لتأين
 الوسط المار به ٠

وسبق أن تكلمنا عن ذلك وسنقصر حاليا الكلام عن الاشعاع المؤين وهذا بدوره يمكن تصنيفه الى اشعاع موجى واشعاع جسيمى * والاشعاع الموجى له صفات الموجات الضوئية ٠

وتحسب طاقة الفوتون (الشماع الواحد) من معرفة التردد (عدد الدورات في الثانيــة الواحدة) بالعلاقة التالية :

الطاقة = ثابت بلانك × التردد : وثابت بلانك كمية صغيرة = ١٦٦ × ١٠٠٠ عول ــ ثانية ٠

الجول هو وحده الطاقة في الحيساة العادية ويطلق على المقداد (جول لكل ثانية) بالوات وهو وحدة القدرة وعلى سبيل المشال فان الطاقة المتولدة من مصباح كهربائي ٤٠ وات مثلا = ٤٠ جول لكل ثانية

ومع أن تردد الاشعاع الموجى يصل الى مليون مليون مليون مليون همرتز ١٠ ٢٤ ٠ الا أن الطساقة المساحبة لفوتون واحد صغيرة جدا ٠

والهرتز وحدة التردد = واحد دورة كاملة في الثانية الواحدة •

لهذا توصل علماء فيزياء الاشعاع الى استحداث وحسة طاقة صفيرة عنى المليون الكترون فولت وهسى تقريبا واحد على مليون المليون من العجول • المليون الكترون فولت = ١٠١ من العجول •

« والطاقة الصاحبة للفوتون الواحد صفيرة للغاية الا أن التأثير الناتج عن تفاعل الاسعاع الموجى المؤين مع المواد يتم بسبب العدد الكل لهذه الفوتونات »

كما سبق ذكره يطلق على الأشعة السينية واشعة جاما بهالاشعاع الموجى المؤين

تتفاعل هذه الاشعة مع المواد بثلاث طرق وهي :

١ _ تفاعل الفوتو كهربي :

حيث ينتج من تفاعل الفوتونات مع الكترونات و تنطلق ذرات الوسسط وتتحرر هذه الالكترونات و وتنطلق كجسيمات بطاقة مساوية لطاقة الفوتون تقريبا وهي جسيمات سالبة الشحنة • كما تتولد أيونات موجبة بالوسط (هواء ـ ماء ـ جسم انسان أو تربة مشلا) • هذا ولقد نال العالم البرت اينشستين جائزة نوبل عن اكتشافه لهذه الظاهرة •



شكل (٤) تفاعل الفوتوكهربي

٣ ـ تفاعل كومتون:

تتفاعل أيضا الفوتونات مع الكترونات الوسط الا أن طاقة الفوتون تنقسم بين الالكترون فيحسل على جزء من الطاقة مع تحرره من ذره الوسط، ويحسل الفوتون على باقى الطاقة ، ويتم الفوتون الأخير تفاعمل آخر حتى يصبح فوتون بطاقة كافية لإثارة ذرات الوسط،



شكل (٥) تفاعل كومتون

ای یتـــولد الکترون سالب الشـــحنة له طاقة وفوثون له طاقة وكذلك أيونات موجبة الشحنة بالوسط (هوإه ــ هاه ــ جسم انسان أو تربة مثلا) *

٣ - تكوين الزوج :

اذا تمتمت الفوتونات بطاقة أكبر من واحد مليون الكترون فولت و فيحق لهـا أن تختفى تماما ويتكون زوج من (الكترون موجب ـ بزوترون) والكترون سالب

إمثعاع موج

الكترون سالب

فوتون

شکل (۱) تکوین الزوج

﴿ الكثرونة نوشِت ﴿ الكثروندالياحم

> وحون شکل (۷) اختفاء الزوج

واذا زادت طاقسة القوتون عن ٢ مليون الكترون فولت في فولت في تعليم وأحد مليون الكترون فولت في توليه الزوج ويتوزع المليون الالكترون فولت الآخر على كل منهبا أن يتولد الكترون موجب بطاقة بم مليون الكترون فولت ويتولد الكترون سالب بطاقة بم مليون الكترون فولت ويتولد الكترون سالب بطاقة بم مليون الكترون فولت •

والالكترون الموجب وكذلك السيالب يعملان على تحرير الكترونات من ذرات الوسط نتيجة تصادمهما مع هذه الذرات وعليه يؤدى الى تحسرير الكترونات وتوليد أيونات موجية ٠

الا أن الالكترون الوجب في النهاية يتحد مع الكترون سالب وتتم عملية عكسية لتكوين الزوج وهي عملية اختفاء الزوج ويتولد فوتونات نتيجة لذلك ينطلق الفوتون الأسائي في اتجاه وينطلق الفوتون الأسائي في اتجاه مضاد وكل فوتون يحسل طاقة للإ مليلون الكترون فولت (طاقة السكون) وهو يدوره قادر على القيام بالتفاعل الفوتوكهربي أو تفاعل كومتون و

ويجب الاشارة هنا الى أثنا عرضنا لمبادى، التكافؤ بين الكتلة والطاقة المينشتين * حيث العلاقة المسروفة

الطاقة = الكتلة × مربع سرعة الضوء ·

والطاقة هي طاقة السمكون للألكترون أو طاقة القوتون والكتلة هي كتلة السكون للالكترون (الموجب أو السالب) ؛

وهذه العلاقة تستخدم كثيرا في التفاعلات النووية

٣ ـ تقاعل الاشعاع الجسيمي مع الواد

يمكن تصنيف الاشعاع الجسيمى الى جسيمات مشحونة كهربيا وجسيمات متعادلة والجسيمات المشحونة كهربيسا أيضا يمكن تقسيمها الى الكترونات (خفيفة) وجسيمات ثقيلة مثل البروتوناك (نواة ذرة الهيعروجين) وجسيمات الفا (نواة ذرة الهليوم) ونواتج الانشطار * أما الجسيمات متعادلة الشحنة فهى الفيترونات الحرة **

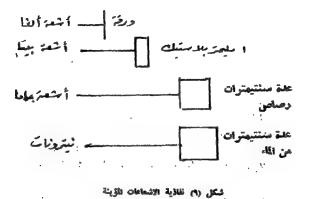
أشعة ألفا هي جسيمات موجبة الشحنة وهي عبارة عن نواة ذرة الهليوم وتحتوى على بروتونات ونيترونات وأشعة ألغا الموجبةالشحنة تبجلب الكترونات ذرات الوسط المتعادلة الشجنة نتيجة قوة التجاذب بن الشحنة الموجبة والشحنة السالبة كهربيا وعليه فأن بعض ذرات الوسط تققد ألكترونات وتتكون أيونات موجبة الشحنة وفي المادة لا تفقد أشعة ألفا خلال تصادم واحد ولكن تفقد جزء صغيرا من الطاقة وهذا الجزء المستغير من الطاقة يكتسبه الالكترون المحرر وعليه تقوم أشعة ألفا بعمل تصادمات أخرى مع ذرات الوسط وتؤدى بدورها الى تحرير الكترونات وتكوين ايونات موجبة ونظرا لكتلة جسيم الكيرونات وتكوين ايونات موجبة ونظرا لكتلة جسيم الما الديرة وصغيرة وقان نفاذيتها في

اشعة ييتا هي جسيمات مشحونة وهي عبارة عن الكترونات (موجبة أو سالبة) وهغه الالكترونات الوسط أو موجبة الشحنة تؤثر على الكترونات ندات الوسط المسحنات السالبة وتجانب بين الشحنات الوسط السالبة) الشحنات الوجبة والكترونات ندات الوسط السالبة) موجبة الشحنة و وتفقد أشعة بيتا جزء من طاقتها خلال موجبة الشحنة و وتفقد أشعة بيتا جزء من طاقتها خلال تصادمها مع الكترونات المنرة وتكتسب الالكترونات المحرة طاقة و وتتم تصادمات كثيرة حتى تفقد أشعة بيتا كل طاقتها ونظرا لصغر كتلة الإلكترونات فان نفاذيتها كل طاقتها و ونظرا لصغر كتلة الإلكترونات فان نفاذيتها في المواد كبيرة بالنسبة الأشعة الغا

البروتون جسيم موجب الشحنة وينتج من التفاعلات النووية أو نتيجة تأين ذرة غاز الهيدروجي و وهو جسيم ثقيل (۱۸۰۰ كتلة الالكترون) وعند مسروره في أي وسط يؤدي الى تأين ذرات الوسط الا أن نفاذيته في ألواد صفيرة ولكنها أكبر من نفاذية أشعة ألفا و

ا لغا جسيما منشطرة بروتونات	
أستعة بيناً أشعة المستعد أبشعة جاما	36. 21
ليتمعناث	

شكل (٨) مدى الإشعاعات الويئة



الجسيهات المنشطرة

الجسيمات المنشطرة حسيمات مشحونة تتولد سيجه انشطار النويات الثقيلة مشل اليورانيوم والثوريوم ومنه الجسميات المنشطرة ذات طاقة عالية جدا وكتلتها كبيرة جدا (أثقل من البروتون مائة مرة تقريبا) ومدى الجسيمات المنشطرة مثل مدى أشعة ألفا وتتميز صاء الجسيمات المنشطرة بأنها مشعة وتنطلق خلال التحولات النووية جسيمات بيتا ويصاحبها أشعة جاما ومن أهم النظائر الاسترنسوم - ١٤٠ والبود - ١٣٧ والسيريوم

النيترونات جسيمات متعادلة الشحنة ذات كتسلة بقارب البروتون أى أثقل من الالكترون ١٨٠٠ مرة وتحرر النيترونات نتيجة التفاعلات النووية ومن المسادر النيترونية والمناعلات النووية وبعض النظائر المشعة الصناعية (أى التي صنعها الانسان) •

وغالبــا ما تكون النيترونات الحرة ذات طاقة عالية وتقل طاقة النيترونات نتيجة اصطدامها بذرات الوســط فنحصل على نيترونات متوسطة الطـاقة ونيترونات بطيئة (حرارية) •

ونظرا لأن تفاعل النيترونات مع المواد يعتصه على طاقة النيترونات وكذلك على نوعية الوسط الذي تمر فيه استحدث فرع من أفرع علم الفيزياء أطلق عليه فيزياء النيترونات يمحث في عذا المجال *

وعبوما فان النيترونات السريعسة ته من خلال المناصر الثقلية وتفقد جزءً كبيرًا من طاقتها عند مرورها في وسط هيدروجين كالماء والبرافين والنيتروتات البطيئة تتفاعل نوويا مع بعض المواد مشل الليثيوم والبسورن

مما يؤدى الى اختفساء النيترونات تماما • كما تتفاعل النيترونات النيترونات أيضا • وتتفاعل النيترونات أيضا • وتتفاعل النيترونات البطيئة بدرجة أقل مع الذهب والفضسة وكذلك الانديوم • ويطلسق على عمليسسة اختفاء النيترونات بالآسر النيتروني •

وغالبا ما يؤدى تفاعل النيترونات مع المواد الى تحويل ذرات الوسط المستقرة الى نظـــاثر مثمعة تنطلق منهــــا جسيمات بيتا ويصاحبها أشعة جاما قسم علماء فيزياء الاشعاع وعلمساء علم الأحيساء الاشتعاعي تفاعل الاشسعاع مع الخلايا الى ثلاث فترات ونظرا لأن ٩٠٪ من جسم الانسان ماء • لذا فان تفاعل الاشعاع مع الحلايا هو تفاعل مع الماء •

الفترة الأولى وهي الفترة الفيزيائية :

حيث تتم العمليات الفيزيائية والتي يتم خلالها مرور الاشعاع في الوسط (الخسلايا) ويحدث عمليات التأين للرات الوسط في فترة زمنية صغيرة للغاية واحد من مليون المليون من الثانية •

الفترة الثانية وهي الفترة الكيميائية :

حيث تتم العمليات الكيميائية والتي يتم خلالهـــا عمليات تكوين الشق الحر والذي بدوره يعمل على تكســير الروابط بين الجزيئات • ويتم ذلك خلال فترة زمنية صغيرة واحد من المليون من الثانية •

الفترة الثالثة وهي الفترة البيولوجية :

حيث تتم العمليات البيولوجية والتي يتم خلالهسا

وفاة الحلايا وهسده باخد فترة زمنيسسة من عدة ثواني الى عشرات السنوات وكما نعلم أن خلايا الانسان كثيرة ولكل خلية زمن عدر وبعض الحلايا يمكن اصلاحها وبعض الحلايا التى تمون ولا يمكن تعويضها •

ومن خلال المعلومات سالفة الذكر نصل الى الآتى :

۱ ـ الاشعاع كم ـ كلبا زادت كبية الاشعاع التي تتعرض له زاد الفرر

الاشعاع كيف _ يزداد الضرر من الاشعاع كلما
 الن التعرض الخارجي لاشعة اكس وأشعة جاما ذات الطاقة العالية . بينما يزداد الضرر من الاشعاع كلما كان التعرض الداخل لاشعة الفا وأشعة بيتا .

 ٣ ـ لا يظهر التأثير الاشعاعى المباشر الاعند التعرض لجرعة عالية جدا وقد يظهر التأثير الاشعاعى متأخرا عند التعرض لجرعة متخفضة جدا •

 التأثير الاشعاعي احسائي بمعنى أن هذا التأثير يظهر على نسبة من الأفراد المتعرضين لنفس الكبية ونفس النوع • وتزيد هذه النسبة بزيادة كبية التعرض وتقل هذه النسبة بتقليل كبية الإشعاع المتعرض له • عرف الانسان الاسعاع من خلال تأثيره أى تفاعله على المواد و فلقد توصيل العالم كونراد رونتيجون الى اكتشاف الاشعة السينية عام ١٨٩٥ وكان أول من حصل على تصوير لأحد أعضاء الجسم (كف زوجته) فى نفس العام على لوح فوتوغرافى •

كما توصل العالم هنرى بكريل الى ظاهرة النشساط الإشماعي من خسلال دراسته على البسلورات باستخدام التصوير الفوتوغرافي في نفس العام أي ١٨٩٥ *

وتستخدم الأفلام المساسة (أفلام التصوير) حاليا فى قياس الجرعة الاشعاعية حيث يتم التفاعل بين الاشعاع وبلورات أيوديد الفضة • ويظهر الأثر بعد تحميض الأفلام، ولقد ثم صنع حامل أفلام(*) بعيث يمكن تقدير نوع وكمية الاشعاع •

كما استخدم الانسان ظاهرة التــــأين التى تتم نى الهواء وفى بعض الغازات لقياس كمية الاشعاع وتم تطوير ما يعرف بقلم الجيب والذى يتكون أساسا من غرفة تأين

^(*) للمؤلف بحرث في عدد المجال ٠٠٠

وأوراق من الذهب رقيقة وعدسية ومؤشر وذلك لقياس تعرض الأفراد للاشعاع المؤين ·

وتتوفر حاليا أنواع عديدة من كواشف الاشعاع منها ما يعطى مصدل التعرض ومنها ما يعطى التعرض الكلى للاشتماع • ومنها ما يكشف نوعا معينا من الاشتماع ومنها ما يكشف آكثر من نوع •

ومن الكواشف الحديثة ما يعرف بالوميض الحوارى" وهو عبارة عن بلورة أو بودرة أو كبسولة تحتوى على مادة أو مواد فعالة تتأثر بالاشعاع وتحتفظ بهذا التأثير لفترة زميية ومن ثم يتم قياس التأثير بعد تعريض البلورة أو المبسولة للحرارة فتطلق ضوء يعد بواسطة جهاز خاص (ضارب فوتونى) ويستجل فى جهاز خاص (عداد الوميض الحرارى) وقد يزود هذا الجهاز بكومبيوتر لتسجيل الجرعة الاشعاعية للافراد و

ومن أجهزة قياس الاشعاع في أماكن العمل أجهزة الرصد الاشعاعي (﴿) (أجهزة المسم الاشعاعي) وقد

^{(﴿ ﴿} استخطعت أجهزة الرصد الاشعاعي في تصبيل الزيادة في التركيز الاشعاعي بالسويد في ١٩٨٦/٤/٢٨ وعليه اعلن الاتحداد السوفيتي عن حادثة عفاعل تشيرنوبل •

نكون هذه الأجهزة تقالة أو ثابتة حسب طبيعة العمل . وقد تتأثر هذه الأجهزة بنوع واحد من الاشعاع أو بأكثر بن نوع .

ومن أهم هذه الأجهزة _ جهاز غرفة التأبن وعداد جيجر والعداد التناسبي وتعتبد هذه الأجهزة على نظرية بنين الوسط بالاشعاع • وكذلك العداد الوميضي والذي يعتبد على وجود بلورة أيوديد الصدوديوم التي تشاثر بالاشعاع (أشعة أكس وأشدعة جاماً) وينتج من مرور الاشعاع بالبلورة تأين لذرات البلورة والذي يودي الى الخارة ذراتها وينبعث ضوء يعده الشارب الغوتوتي وبأجهزة الكترونية يمكن تحليل النبضات الالكترونية ونحصل على طيف لأشعة أكس وأشعة جاما • كما دخلت الالكترونيات في هذه المجال (ومعظم مجالات المعرفة) وحصل الإنسان على كواشف الصلبة •

وفى مجال الكشف على النيترونات استغل الإنسان نوعية التفاعل بين النيترونات والمواد وتوصل الى كواشف للنيترونات عديدة • ومنها الأفلام الحساسة المزودة بمواد فعالة وكذلك ما يعرف بكواشف الأثر النووى •

وفى مجال النيترونات السريعة استفل الانسسان تفاعل النيترونات مع المواد الهيدروجينية وتوصـــل الى كاشف وميضى • وفى مجال النيترونات البطيئة استفل الانسان المواد التى لها خاصية الاسر النيتروني فى الحصول على كواشف خاصة مثل رقائق الذهب • كما استخال الانسان التفاعلات النووية الانشطارية فى الحسسول على كواشف عديدة ومنها غرف الانشطار واليورانيوم ككاشف تنشيطى والميكا ككاشف أثر انشطاري (*) •

(**) للمؤلف بحوث في عدد المجال -

ه ... الوقاية من الاشماع

ما أن عرف الانسان الاشعاع المؤين وعرف تأثير هذا الاشعاع على الانسان وعرف كذلك تأثير هذا الاشعاع على المواد توصل الى طرق الوقاية من الاشعاع • ويؤكد خبرا الوقاية من الاشعاع • والدراسات في هذا المجال لم يصرف على أي مجال آخر •

تكمن الخطورة من اشعة ألفا في وصولها الى داخل جسم الانسان ولا يتم ذلك الا بعد وصول النظير المسلم الذي يطلق هذه الجسيمات الى داخل الجسم عن طريق الجهاز المتفسى أو من خلال الجروح أو الشقوق كما في حالة الحوادث الاشعاعية كمريق مفاعل تشيرنوبل مثلا •

أما عند التعرض الحارجي الأشعة الفا فان لها مدى لا يزيد عن عدة سنتيمترات في الهواء وأقل من المليمتر في المواد الصلبة ولهذا يكتفى بورقة أو شريحة من البلاستيك المتصاص كل طاقة جسيمات ألفا •

وكما هو معروف أن جسيم الفسا وهو نواة ذرة الهليوم وعند اكتساب هسذا الجسسيم الالكترونات من الألكترونات الحرة يتحول جسيم ألفا الى ذرة هليوم (وهو غاز) متعادل الشحنة ،

وبالنسبة الى التعرض الداخل تتم الوقاية عن طريق سد المنافذ الى داخل جسم الانسان وذلك بوضع مرشح

(فلنر) بين الجهاز التنفسى والهواء المحمل بالمواد المشعة • وتتم الوقاية كذلك باستخدام ملابس واقية تمنع وصول المواد المشعة الى جسم الانسان عن طريق الجلد مع عام تناول طعام ملوث اشعاعيا •

كما سبق ذكره اشعة بيتا هى الكترونات ذات مدى أكبر بكثير من اشعة ألفا ويزيد المدى (المسافة التى يفقد فيها الجسيم كل طاقته) بزيادة طاقة الجسيم * الا أنه من خلال دراسة صفات هذا الجسيم وجد أن عدة سنتيمترات من البلاستيك أو الالومنيوم كافية لامتصاص كل طاقة هذا الجسيم * وعليه فان ختلورة هذا الاشماع في التعرض المداخلي وليس في التعرض الخارجي له * لذا نتبع نفس طرق الوقاية من التعرضات الداخلية باستخدام أقنعة واقية وملابس واقية مع عدم تناول طعام ملوث *

كما هو معروف أن أشمة اكس تصدر عن ماكينات أشمة اكس وعليه فلا يوجد تعرض داخلي ولكن يوجس تمرض خارجي و ويتم التحكم والوقاية من هذه الاشمة من غوفة التحكم للجهاز وباستخدام الحواجز الواقية •

وعموما فان قوة النفاذية الأشعة اكس آكبر بكثير من القدرة النفاذية الأشعة الفا وأشعة بيتا • وتحتاج الى عدة سنتيمترات من الرصاص للوقاية من هذه الأشعة • وكما هو معروف أن القوة النفاذية لهذه الأشعة هي السبب الأساسي في اسستخدام هذه الأسسمة في فحص اللحام والتصوير الاشعاعي والتشخيص والعلاج الطبي •

ومن الصطلحات المستخدمة في هذا المجال (طبقة سمك النصف) وهن السمك اللازم من مادة ما (رصاص أو خرسانة ١٠ الغ) لتقليل كمية الأشعة السينية الى النصف وفي العادة تحتاج الى سبعة أمثال هذا السمك لايقاف هذه الأشعة -

كما توجه علاقة بين طبقة سمك النصسـف وطاقة الأشمة السينية ° ودون المخــول في علاقات رياضــية



شكل (١٠) التوهين الإشعاعي في الواد .بدلاله طبقة سماك التصف

نقول أنه كلما زادت طاقة الأشعة السينية زاد سمحك طبقة سمك النصف •

ويوجد حاليا في جمهورية مصر العربية معجلات خطية تعمل على تسريع الالكترونات الى طاقات عالية (٢٠ مليون الكترون فولت) واما تستخدم هكذا في علاج الأورام السرطانية أو تصطدم مع هدف لتوليد أشعة اكس بطاقة متوسطة تصل الى ٥ر٤ مليون الكترون فولت، الا أن مثل حده الأجهزة قد يؤدى تشغيلها الى انبعاث نيترونات أيضا الذا يجب الحرص عنه تصميم غرف تشغيل ماكينات أشعة اكس التقليدية والمعجلات الخطية السغيل ماكينات أشعة اكس التقليدية والمعجلات الخطية ا

من أهم الاختلافات بين أشـــعة اكس وأشعة جاما ما يلي :

- أشعة أكس تنبعثمن خارج النواة وهى فوتونات ذات طاقات مختلفة (طيف مستبر) وثنبع من ماكينات الاشعة والمعجلات الخطية •
- أشعة جاما تنبعث من داخل النواة وهي فوتونات ذات طاقات محددة (طيف متقطع) وتنبع من نواة المناصر الثقيلة ومن التفاعلات النووية •

ومن أهم خصائص أشسعة جاماً ظاهرة النشساط الاشماعي أي أن كمية الاشعاع المنطلق من تواة الذرة كمية غير ثابتة وتقل مع الزمن • الا أن معدل التقليل يعتمد على ثابت التحول الاشعاعي أو نصف العمر •

وكذلك يتم ايقاف أشسعة جاما (تعرض خارجي) بواسطة استخدم رصاص أو خرسانة (٧ أمثال طبقة سبك النصف) • وكلما زادت طاقة فوتونات الجساما زاد سمك طبقة سمك النصف • وعند التعرض الداخلي يكون من المستعوبة ايقاف أشعة جاما (أي امتصاص طاقة الفوتونات) بالرصاص والحرسانة ، الا أن علماء ازالة التلوث الإسعاعي يعملون على ازالة التلوث الاسعاعي يعملون على ازالة التلوث الداخل (بتناول مواد كيميائية) تعمل على مرعة خروج هذه المواد المشعة عن طريق المنافذ الطبيعية (البول والبراز) ويتم نفس الثيء عند التعرض الداخل لنظائر مشعة تطلق جسيمات ألفا وبيتا الا أن نوع المادة الكيميائية يعتمد على العنصر المشع الذي تم تناوله (في الحالات الطارئة أو عند الحوادث) وعلى العضو أو النسيج الذي يستقر عنده العنصر المشع .

وبالنسبة الى التمرض الحارجي يتم الوقاية عن طريق :

١ ـ تكون المسافة بين المصدر المسيح وبين الفرد أكبر
 ما يمكن •

٢ ... يكون زمن التواجد في المنطقة الحاوية على الصدر أقل
 ما يمكن ٠

٣ ــ وجود درع واقى بين الصدر وبين الانسان.
 وللوقاية من التعرض الداخل :

١ ... يجب لبس الملايس الواقية -

٢ _ استخدام القناع الواقى ٠

٣ ــ عدم تناول طعام ملوث ٠

كما في حالة الاشعة السينية فان النيترونات تؤدى لل تعرض خارجي ولا تؤدى الى تعرض داخلي (الا اذا تم بلع مصدر نيتروني .. وهذا شبه مستحيل)

ومن المواد التي تستخدم كدروع واقيسة (م) من النيترونات السريعة الماء والبرافين والبلاستيك والحرسانة وجميع المواد التي تحتوى على الهيدروجين وفي العادة يحتاج الى سمك يصل الى نصف متر لايقساف هسذه النيترونات السريعة و

ومن المواد التى تستخدم كدروع واقية للنيترونات الحرارية ـ الكادميوم وذلك لقب درته على امتصاص هذه النيترونات بكفاءة عالية ويكفى شريط رقيق من الكادميوم لعمل ذلك ومن المواد الأخرى التى تستخدم كدروع واقية البورن والليثيوم والذهب والفضة ومواد أخرى مدنا مع العلم بأنه قد استخدم الرمل المبلل والبورن لتوقيف التفاعلات فى حريق مغاعل تشيرتوبل السوفيتى .

وكما هو الحال في حالة أشعة جاما فان الوقاية تعتمه على :

^(*) للمؤلف يحوث في هذا المجال •

- ١ ــ زيادرة السافة من الصدر - أ
- ٢ تقليل زمن التواجد بالقرب من الصدر .
- ٣ وجود درع واق بين المسدر والانسان ٠

وتكلّن الخطسورة من التعرض الخارجي للنيترونات السريعة في قدرة هذه النيترونات للوصسول الى اجزاء مختلفة من جسم الانسان ومن ثم تتفاعل نوويا مع بعض أنوية وعلى سبيل المثال تتفاعل مع صدوديوم الدم وكذلك الكبريت بالشعر ومواد أخرى •

الا أن نفس الشرر قد يستفاد منه في علاج الأورام السرطانية -

استخدم العلماء وحسة الرونتجون نسبة الى العالم الألماني كونراد رونتجون مكتشف الأشعة السينية كوحسة للتعرض الاشعاعي •

الا أن هذه الوحدة لا تستخدم الا للأشعة السينية وأشعة جاما • وحتى بالنسبة الى أشعة جاما قانها تستخدم للفوتونات ذات طاقة أقل من ٣ مليون الكترون فولت • كما أنها قاصرة على الهواء فقط •

وهذه الوحدة تعطى دلالة لكمية الاشعاع ولا تعطى دلالة لنوع الاشعاع ·

وتعرف هذه الوحدة بأنها كمية الاسسماع اللازم لتوليد وحدة الشحنات في واحد سنتيمتر مكمب من الهواه عند الظروف العادية لدرجة الحرارة والضغط ·

يحيث أن الرونتجون الواحد = إلا على كولومب لكل كيلوجرام

والمل كولومب = ١٠٠٠/١ من الكولومب .

لتقدير معدل التعرض الاشعاعى من الأشعة السينية أو أشعة جاما يستخسم وحدة الرونتجون لكل ساعة (أو كولومب لكل كيلوجرام ساعة) •

ولقد تم تطوير العديد من الأجهزة التي تعمل بظاهرة غرفة التأين لقياس معدل التعرض الاشماعي •

وتحتوى هذه الفرقة في العادة على هواه و ونتيجة مرور الاشعاع يتم التأين أى تتولد الكترونات سالبة الشحنة وأيونات موجبة و ولهذه الفرفة عبود عليه جهسه كهربي موجب بوسط الغرفة وعلى حافط الغرفة جهد كهربي سالب الشحنة وعليه تنجف الالكترونات الى الجهسه الموجب وينتج وتنجف الإيونات الى الحائط ذى الجهد السالب وينتج عن ذلك مرور تيار كهربي في الدائرة الخارجية لغسرفة التاين والدائرة الحارجية لهذا الجهاز متصلة بمقياس (مؤشر) يعطى دلالة لكمية الإشماع وفي الأجهزة الحديثة يعصل الجهاز بعداد يعطى دلالة أيضا لكمية الاشعاع و

بالنسبة الى شعر جاما وجد العلماء ثابت يعسرف بثابت جاما يمكن استخدامه بسهولة لحسساب التعرض الاشعاعي لأى مادة مشعة والعلاقة هي

ثابت جاما = ¼ مجموع الطاقات لكلُّ كورى على بعد متر ــ ساعة

والوحدة رونتجون لكل ساعة س

وعلى سبيل المثال فان ثابت جاما

۲ ــ الكوبالت ــ ٦٠ نظیر مشم تنطلق منه فوتونات.
 لكل تحول ثووى ...

الأول بطاقة ١٦٣٣ مليون الكترون فولت

والآخر بطاقة ١/١٧ مليون الكثرون فولت (والآخر المار ا

= ۲۰۱۵ (رونتجون لکل ساعة) لکل (کوری)

وذلك على بعد متر من الصدر .

وعليه اذا كانت قوة المصدر المشع واحد كورى يكون معدل التعرض ١٦٢٥ رونتجون لكل ساعة على بعد متر م واذا كانت قوة المصدر ١٢٥ كورى يكون معدل التعرض على بعد متر ١٥٦ رونتجون لكل ساعة على بعد متر يدون تدريع ولا بد من وجود درع بسمك كافي لتقليل الاشعاع بنسبة واحد لكل مائة ألف وتحتاج الى عشرين سنتيمتر من الرصاص لذلك (حادثة وحدة الكوبالت المشع حامعة القامرة)

مثال آخر : يستخدم مصدر السيزيوم - ١٣٧ في علاج الاورام السرطانية وذلك لانه ذو نصف عبر طويل ٣٠ سنة ٠

الا أن هذا الصدر يشع فوتونات بطاقة ٦٦٦٠ مليون الكترون فولت وعليه فان

ثابت جامًا للسيزيوم ــ ١٣٧ = ٣٣٠، رونتجون لكل ساعة لكل كورى على بمد متر واحد من المصدر ٠

ويوضح الجدول التالى قيم ثابت جاما لبعض النظائر المشمة

أثابت جاماً	تصف العس	النظير المشع العدد الكتلى
۸۵د۱ رئتجون لکل ساعة لکل کوری	۱۵ ساعة	صوديوم ــ ۲٤
علی بعد متر ۱۳۹۵ ۲۳۵۰ ۲۳۵۰ ۲۳۵۰ ۲۵۵۰	۳۰۲ دقیقهٔ ۳۰ره سنهٔ ۴۰ر۸ یوم ۳۰ سنهٔ ۸ر۲۶ ساعهٔ	الومنيوم ۲۸ کوبالت ۲۰ يـــود ۱۳۱ مـيزيوم-۱۳۷ ذهب ۱۹۸ راديوم ۲۲۲

وتقدر عدد النظائر بآكثر من ۲۰۰۰ نظیر منهم حوالی ۳۰۰ نظیر مستقر أی غیر مشم والباقی نظائر مشعة ۰ يطبق قانون التربيع العكسى فى مجالات عدة ومنها مجال القياسات الضوئية حول المسادر الفعوئية - كما يطبق على انتشار المرجات الكهرومغناطيسية (أشعة آكس وأشعة جاما) والنيترونات السريعة ويطبق كذلك عسلى انتشار جسيمات بيتا ولا يطبق على أشعة الفا نظرا لصغر مدى هذه الجسيمات فى المواد المختلفة - وكذلك لا يطبق على الجسيمات المنشطرة وانها يطبق على الإشعاعات الصادرة منها .

ويتلخص هذا القانون في أن كمية الاشعاع الصادرة من مصدر مشع تنتشر في جميع الاتجاهات و بحيث تكون النسبة بين كمية الاشعاع على بعد متر الى كمية الاشعاع على أي بعد كالنسبة بين المتر المربع الى مربع المسافة عند أي بعد •

فاذا كان المسدر فى الوضع الأول على يعد متر تكون كبية الاشعاع على بعد مترين هى الربع وكبية الاشعاع على بعد ٣ متر هى التسع وكبية الاشعاع على بعد خمسة متر هى ١٠٠/٤ من الكبية على بعد متر وهلم جرا ولهدًا يعتبر هذا القانون من القوانين الأساسية في الوقاية من الاشماع ٠

وعليه عند دخولنا الى مكان به اشعاع علينا أن نكون بعيدين أكبر ما يمكن من المصدر وللاحظ قراءة جهاز قياس الاشعاع، ولقترب من المصدر بحدر شديد مع متابعة قراءة جهاز الاشعاع و وذلك حتى لا لتعزض الى جرعة لا ضرورة لها ويكون التعرض الآتل ما يمكن و

وكما سبق ذكره يمكن تقدير معسدل التعرض بين معرفة ثابت جاما للعنصر المشم ومن معرفة قوة المصدر بالكورى أو البكرل ·

وُوحناتُ التعرض الكلي هي الرونتجون ٠

وحتى يكون التعرض أقل ما يمكن يجب أن يكــــون زمن التعرض أقل ما يمكن ·

ويعتبر هذا القانون من القوانين الهامة في مجسال الوقاية من الاشعاع المؤين

فعلى سبيل المثال عند دخول منطقة عمل بها مصادر اشعاعية لا بد من توفر الاشارات اللازمة تتعريف الداخل الى المنطقة بالمنسوب الاشعاعي عند المدخل والتوزيسع التعرضي عند المواقع المحتلفة داخل المنطقة ومواقع الصدر المشع والزمن المسموح به للتواجد بالمنطقة

الحواجز الواقية من الاشعاع

تعمل الحواجز الواقية من الاشعاع على امتصاص جزء من (أو كل) طاقة وكمية الاشعاع •

ويعتبر الرصاص والخرســـانة من أنسب المواد في تقليل كمية أشعة آكس وأشعة جاما •

ويعتبر الماء والخرسانة من أنسب المواد لتقليــــل كمية النيترونات -

ويعتبر الالومنيوم والبلاسيةيك من أنسب المواد الامتصاص أشعة بيتا ·

ويعتبر الورق أو الشرائع الرقيقة من البلامىتيك من أنسب المواد لامتصاص أشبعة الفا

وكما سبق ذكره فان السمك اللازم لتقليل كبيسة الاشماع الى النصف يعرف بطبقة سمك النصف (*)

^(*) يستخدم حاليا في انجلترا طبقة سمك العشر وهو السمك اللازم لتقليل الاشماع الى العشر وهذا السمك = ٢٦٣ سمك النصف لأشمة كويالت ٦٠ = 2 سم رضاصي ٠

وتحتاج الى طبقتين من سُبكالنصف لتقليل الاشعاع الى الربع •

ونعتاج الى ٣ طبقات من سمك النصيف لتقليل الاشعاع الى الثمن •

ونحتاج الى ٤ طبقات من سمك النصف لتقليـــــل الاشعاع الى ١٦/١ من القيمة الاولى •

و تحتاج الى ٥ طبقات من سمك النصف الى تقليل الاشماع الى ٢٥ر٣٪ من القيمة الاولى ١

وعموما تحتاج الى ٧ طبقسات من سمك النصسف لتقليل الاشعاع الى أقل قدر ممكن ويزداد السمك بزيادة كمية الاشعاع كما هو الحال في المفاعلات النووية ٠

وتعتبر الحواجز الواقية من أهم وسائل الوقاية من الاشماع ٠ الاشماع

مدًا ولابد الاشارة الى ان زيادة طاقة الفوتون أو الجسيم يستلزم زيادة في سيمك الدرع الواقي من الاشعاع ٠

وتوجد علاقة بين معامل الامتصاص للمواد وطبقــة صمك النصف للفوتونات وهذه العلاقة هي : معامل الامتصاص مضروبا في سبحك النصف = مقدار ثابت ويعرف معامل الامتصاص بأنه معلمل التوهين الاشعاعي وكلما زاد سمك النصيف قلل معامل الامتصاص قل معامل الامتصاص قل سمك النصف ويقدر معامل الامتصاض لاشعة جاما الصادرة من مصدر كوبالت ـ ٦٠ المشع بحدوالي ١٠٠ لكل سم ٠

تقسّم التعرضات الاشعاعية الى تعسيرض خارجى وتعرض داخلي *

والتعرص الحارجي يعرف بأنه تعرض الافراد الى الاشعاع من مصـــــادر مشــــــعة خارج الجسم ويكتفي بالوسائل سالفة الذكر للوقاية

والتعرض الخارجي يعرف بأنه تعرض الافراد الى الاشعاع من مصادر مشعة داخل الجسم • وكما سيبق ذكره تصل المصادر المشيعة الى داخيل الجسم عن طريق :

- ۱ _ الجهاز الهضمى ٠
- ٢ ... الجهاز التنفسي ٠
- ٣ -- الجروح والحروق والتشققات ٠
- وللوقاية من التعرضات الداخلية يجب استخدام :
 - ١ _ الاقنعة الواقية •

٢ ــ الملابس الواقية ٠

٣ _ منع تناول طعام تلوث بالاشعاع •

هذا بالاضافة الى وسائل الوقاية سالغة الذكر ·

وتكون الجرعة أقل ما يمكن عندما يكون التعسوض الخارجي أقل ما يمكن ويكون التعرض الداخلي كذلك أقل ما يمكن أيضا -

والراد كلمة أجنبية أصلها Rad وهي بدورها عبارة عن الاحرف الاولى من ثلاثة كلمات هي

Radiation Absorbed dose

والراد هي وحدة الجرعة المتصة وهي ناتج قسمة طاقة ممتصة مقدارها ١٠٠ ١رج على وحدة كتلة مقدارها واحد جرام *

والارج وحلة طاقة صغيرة جدا وهي ١٠/١ مسن المليون من الجول وتصل الى مليون المليدون الالكترون فولت •

وكما سبق ذكره فان الاشعاع كم وكيف ونحسب الطاقة المتصة من حاصل ضربه عدد الفوتونات مثلاً لا خاقة كل فوتون •

أو عاد الجسيمات المشحونة × طاقة الجسيميم المسحون -

أو عدد الجسيمات المتعادلة (النيتروتات) × الطاقة المتصة في الجرام •

والجراى كلمة أجنبية أصلها · Gray وهـو اسم عالم من علماء فيزياء الاشعاع اهتم بدراسة توزيع الجرعة في المواد ·

والجرى كالراد وحدة للجرعة المتصة تسستخدم حديثا وهو خارج قسمة الطاقة (بالجول) على وحسدة الكتل (كيلو جرام) •

أى أن الجراي الواحه = ١٠٠ راد ٠

وبالنسبة الى مشتقات الجراى يستخدم الملى جراى وهو الواحد من الالف من الجراى والميكرو جراى وصو الواحد من الألف الملى جراى أى واحد من المليون من الجراى

وهناك علاقة تقريبية بين التعرض فى الهسسواء ووحدته الرونتجون والجرعة المتصة في الأنسجة والخلاياء ووحدتها الراد * وهذه العلاقة تقول ان الرونتجون = ١٠٠/٩٦ من الراد ٠

ولهذا يمكن القول ان الرونتجون هو الراد تقريباً •

والريم كلمة أجنبية واصلها Rem وهي كلمة تتكون من الاحرف الاولى من الجملة Radiation equivalent man

والسبب في استحداث هذه الوحدة هو التأثيرات البيولوجية المختلفة للاشعاعات المختلفة .

ولقه توصل علماء بيولوجيا الاشعاع الى الآتي : _

واحسه راد من النيترونات له تأثير بيولوجي ١٠ أمثال واحد راد من أشعة جاما ٠

۱ راد من البروتونات له تأثیر بیولوجی ۱۰ أمثال
 ۱ راد من أشعة جاما ٠

۱ راد من أشعة الفا لها تأثير بيولوجي ۲۰ مثــل ۱ راد من أشعة جاما ۰

۱ راد من أشمه بيتما لها تأثير بيمولوجي مثل ۱ راد من أشعة جاما ٠

ويطلق على هذه النسبة المعامل البيولوجي النسبي أو المعامل الكيفي • وعليه فان الجرعة المكافئة = الجرعة المتصة × المعامل الكيفي أى أن واحد ريم = واحد راد × المعامل الكيفي وكما سسبق ذكره فان الجسرعة المكافئة الكلية = الجرعة المكافئة الكلية عن الاشعاعات المختلفة. كما أن الجرعة المكافئة الكلية = الجرعة المكافئة من التعرضات الداخلية بالاضافة الى الجرعة المكافئة من

هذا بالاضافة الى أن الجرعة المكافئة الكلية = معدل المجرعة المكافئة مضروبا فى زمن التعرض • ووحدة معدل الجرعة المكافئة هو الريم لكل ساعة •

كما استحدث العلماء وحدة المجراى للجمهرعة الممتصة فقد استحدث العلماء وحدة السيفرت للجسرعة المكافئة • وعديه :

فان وحاة الجرعة المكافئة بالسيفرت = وحسمة الجرعة المتصة بالجراي مضروبًا في المعامل الكيفي

وعليه فان السيفرت = ١٠٠ ريم · ومشتقات السفرت هي الملي سيفرت = ١٠٠٠/١ من السيفرت ·

والميكروسيفرت = ١٠٠٠/١ من الملى سيفرت أى الواحد من المليون من السيفرت ·

وللعلم فان حد الجرعة المكافئة المؤثرة للمهنيين =
• ملى سيفرت (٥ ريم) وللأفسراد من الجمهسور =
• ملى سيفرت وعليه يكون معدل الجرعة المكافئة المؤثرة
= ٢٠ ميكرو سيفرت في الساعة للمهنيين والى ٥٢٥
ميكروسيفرت في الساعة للافراد من الجمهور •

وفى حالة حادثة حريق مفاعل تشيرتوبل الروسى زاد التركيز الاشعاعى بالدول المجاورة ووصل معسمه الجرعة المكافئة المؤثر = ٢٥ ميكروسيفرت فى الساعة بعد يومين من بدء الحادثة ثم قل التركيز الاشعاعى فقلت الجرعة المكافئة ٠

يمكن تصنيف اسس السلامة في مجال الاشعاع (﴿) الى مجالن وهما :

١ - السلامة الاشعاعية ٠

٢ - السلامة الهندسية ٠

والمجال الاول يهتم بتطبيق قواعسه الوقاية مسن الاشعاع سالفة الذكر ·

ويهتم المجال الثانى بتطبيق القواعد الهندسية خلال عمليات التصميم ... التشفيل وعند ازالة المنشآت النووية وخلال عمليات نقل المواد المشسعة وعمليسات التخلص من المواد المشعة .

واسس السلامة العامة هي:

^(*) مثل المراقب مصر كخبير فى اجتماعات الوكالة الدوليسة للطاقة الذرية فى اعداد سلسلة السلامة رقم ٩ بعنوان معايير السلامة لاغراض الرقاية من الاشعاع ، العمما ، ١٩٨٢ .

- ١ تبرير المارسة الاشعاعية ٠
 - ٢ ــ الوقاية الامثل •
 - ٣ تطبيق نظام حد الجرعة •

وتقوم الجهة المسئولة في العولة بالتأكد من تطبيق اسسن السلامة والوضع الحالى في جمهورية مصر العربية مناك أكثر من جهة مسؤلة عن التنفيذ وذلك بنساه على القانون رقم ٥٩ لسنة ١٩٦٠ والجهة الأولى هي وزارة الصحة وهي مسئولة عن التنفيذ بالنسبة الى المسادر المشعة المغلقة والاجهزة التي تنبعث منهسا اشبعاعات مؤينة ٠

والجهة الأخرىهي هيئة الطاقة الذرية وهي مسئولة عن التنفيذ بالنسبة الى المفاعلات والمصادر المفتوحة ·

الترخيص الشيخصي

تمنح وزارة الصحة أو هيئة الطاقة الذرية المصرية ترخيصا شخصيا بعد أن يقسدم ما يفيد حضوره دورة تدريبية في مجال استخدامات المصادر المشعة (المغلقة أو المفتوحة) من جهة علمية أو من هيئة الطاقة الذرية •

ويقوم المركز الاقليمي للنظائر المشعة التابع لهيئة الطاقة الفرية بعقد دورات تدريبية بصغة دورية حيث يدرس الطالب محاضرات نظرية وكذلك يقوم باجسواء تجادب تحت اشراف متخصصين من هيئة الطاقة الذرية .

تمنع وزارة الصحة أو حيثة الطاقة الذرية ترخيصا مكانيا بعد أن يتقدم الطالب بطلب بذلك ويجهز المكان الملائم وقبل دخول الصدر المشم به

ويقوم الفيزيائي الصحى بزيارة المكان والتاكد من أنه ملائم للفرض المطلوب ويقسوم الفيزيائي الصحى يزيارة المكان بعد دخول المسدر المسع به ويجرى القياسات الاشعاعي) حول المكان ويرفع الفيزيائي الصحى تقزيرا إلى المبؤلين

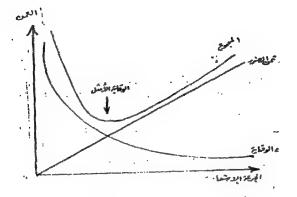
وتمنح اللجنة الفنية للوقاية من الاشعاع بوزارة الصحة التراخيص اللازمة للمصادر المفلقة والأجهزة التي تنبعث عنها اشعاعات مؤينة • على طالب الترخيص المكانى أن يقلم الى الجهسة المسئولة ما يفيد تبرير الممارسة وأن مناك فائدة نهائية من الممارسة •

ويمكن استخدام العلاقة التالية :

الفائدة النهائية = الفائدة الكلية _ ثمن الانتاج _ ثمن الوقاية _ ثمن الضرر •

ويطلق على هذه العلاقة بعلاقية تحصيل الثمن ... الفائدة ٠

ويعرف ثمن الوقاية بالمبالغ الطلوبة للحسول على أجهزة الوقاية والحواجز الواقية والاقنعة والملابس الواقية، ويعرف ثمن الضرر بأنه المبالغ التي تنسرها نتيجسة تعدريب واعداد الافراد ثم وفاتهم وعلم الاستفادة منهم .



شكل (١١) تطبيق مبدا « كل التعرضات الاشعاعية تكون الآلل ما يمكن التوصل كه باللعقول مع الاخذ في الاعتبار النواحي الاجتماعية والاقتصادية،

على طالب الترخيص أن يقدم الى الجهة المسئولة ما يُعيد بأن كل التعرضات الاشعاعية تكون لأقل ما يمكن التوصل له • وهذا المبدأ يعرف بعبداً ALARA مع الاخذ في الاعتبار النواحي الاجتماعية والاقتصادية •

ویکون التعرض لأقل ما یمکن عندها تتسهاوی النسبتان : _

التناير في ثمن الوقاية التنبير في الجرعة الاشعاعية التنبير في الجرعة الاشعاعية التنبير في نمن الفرر الاشعاعي.

ويطلق على هذه النسبة بمعامل الفا على مداه

وتقدر قيمة هذه المسامل في الولايات المتحسدة الامريكية ١٠٠٠ دولار لكل ريم -

وتختلف قيمة المعامل من بلد الى أخر ٠

نظام حساء الجرعسة

طبقا لتوصيات رابطة الوقاية من الاشعاع الدولية فان هناك حد للجرعة الاشعاعية للمهنيين •

ومنساك حد آخر للجرعة الاشعاعية للافراد من الجمهور والسبب في ذلك أن عبد المهنيين محدود ويمكن متابعتهم صحبا ولكن الافراد من الجمهور عددهم كبير جدا •

١ ـ حه الجرعة للمهنيين ٠

ويعرف المهنيون بأنهم الأفراد الذين يتعرضـــون للاشماع خلال عملهم ·

وحد الجرعة لهم = ٥ ريم في السنة = ٠٠ ملى سيفرت في السنة ولما كان هناك ٥٠ اسبوع عمل في السنة ٠

لذا قان حد الجرعة الأسبوعي = ١٠٠ ملي ويسم في الأسبوع = ١ ملي سيفرت في الاسبوع وحد الجرعة لكل صاعة = ١٥٥ ملي ريم في الساعة = ١٥٥ ميكرو

السلامة الاشماعية .. ٩٧

سيفرت في الساعة وذلك بغرض ٤٠ ساعة عمل لكسيل أسبوع •

٢ ـ حد الجرعة للافراد من الجمهور ٠

ويتصد بالافراد من الجمهور هم الافسىراد غسير المهنيين وكذلك الافراد الذين لا يتعرضون للاشعاع بسبب المرض •

وحد الجرعة للافراد من الجمهور ~ 1.0 حسد الجرعة للمهنين أى ~ 1.0 مل ريم فى السنة أى ~ 0.0 مل ميغرت فى السنة ~ 1.0

ولابه للاشارة أن حدم الحدود للتعرضات الخارجية والداخلية معا • كما أن حدم التعرضات لا تشتمل على التعرضات للاشعاعات بالطبيعة (اشعاع الخلفيسة الطبيعي) •

٦ ـ التعرضات الاشعاعية

يرى خبراء الوقساية من الاشعماع أن التعرضات الاشبعاعية يمكن تقسيمها الى ٤ مجموعات وهي :

١ _ التعرضات المهنية ٠

٢ ــ التعرضات الطبية وهى التعرضات التي تتم
 بناء على توصية من الطبيب للتشخيص أو العلاج ٠

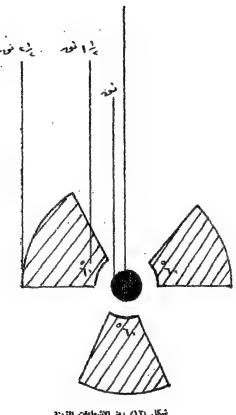
٣ ــ تعرضات الافراد من الجمهور عدا التعرضات الطبية ٠

٤ ــ التعرضـــات الاشعاعية عنــــه الحـــوادث والطواريء •

التعرضات الهنيسة

بالاضافة الى ضرورة تطبيق مبدأ تبوير الممارسة والوقاية الامثل يجب تطبيق نظام حد الجرعة • ويمكن تقسيم الافراد (المهنيين) وأماكن العمل طبقا للجسرعة الاشجاعية السنوية •

يصنف الافراد الى ٣ مجموعات.



شكل (١٢) رمز الاشعاعات الؤيئة

٢ ــ الاقراد المحتمل تعرضهم لجرعة تزيد عن بها المجرعة السنوية واقل من ١٠/٣ الجرعة السنوية ويجب قياس المنسوب الاشعاعي دوريا وعمل فحوص طبيسة لبعض العاملين وتزويد بعض العاملين باجهزة قيساس الجرعة الشخصية ٠

٣ ... الافراد المحتمل تعرضهم لجرعة أقل من ١٠/١
 من الجرعة السنوية ويعاملون معاملة الافراد من الجمهور.

ويمكن تصنيف أماكن العمل الى ثلاثة مناطق :

ا ... مناطق تحت السيطرة حيث تصل الجرعة السنوية ويجب السنوية الى أو تزيد عن ١٠/٣ من الجرعة السنوية ويجب تحديد أماكن الدخول والخروج من هذه المناطق ولابد من توفر أجهزة القياس وتحديد زمن التواجد ووجود علامات بارزة واضحة توضح المنسوب الاشعاعي ووجود المصدر المشم .

٢ ... مناطق تحت الاشراف حيث تقل الجرعسة الاشعاعية عن ٣/١ من الجرعة السنوية ويجب توفس أجهزة القياس ووجود علامات واضحة توضح نوع المصدر والمنسوب الاشعاعي ٠.

٣ ــ مناطق العمل الادارى ولا تحتاج الى وجمود أجهزة أو علامات واضحة ٠

تستخدم الصادر الشعة والاجهزة التى تنبعت منها اشعاع مؤين (مثل ماكينات الاشعة السينية والعجلات النووية) في التشخيص والعلاج الطبي •

وفى هذه الحالة يجب تطبيق مبدأ تبرير الممارسة والوقاية الامثل ولا يطبق نظام حد الجرعة على المرضى

ولقد ظهر نوع جديد من أنواع الفيزياء الاشعاعية هو فرع دوزميترى (علم قياس الجرعة) المرضى ويهتم هذا الفرع بأن تكون التعرضات الطبية لاقل جرعة ممكنة وعلم تعرض الانسجة والخلايا السليمة للاشعاع •

ويجب على المريض ابلاغ الطبيب بالتعرضات الطبية السابقة حتى يقرر الطبيب حاجسة المريض الى تعرض اشعاعي جديد أو الاكتفاء بالتعرضات السابقة • كما مبق ذكره أن هذه التعرضات لا تشتبل على التعرضات الطبية و ويمكن أن تعرف هذه التعرضات بأنها التعرضات الزائدة بغمل التطور التكنولوجي ومنها على مبيل المثال:

۱ ــ نتیجة السفر بالطائرات (٥ میکرو سیفرت لکل ساعة طیران) •

 ٢ ــ مشاهدة التليفزيون وشرائط الفيديو واستخدام أجهزة عرض ٠ (عشرة ميكرو سيفرت في السنة لكسل ساعة مشاهدة يوميا) ٠

٣ ــ التساقط الاشعاعي من التفجيرات النووية ٠
 عشرة ميكرو سيفرت في السنة) ٠

٤ ــ التعرض للاشعاع المنطلق من مواد البنساء
 (واحد مل مبغرت في السنة) •

٥ ــ نتيجة تشغيل المحطات النسبووية • عشرة ميكروسيفرت في السنة •

التعرضات عند الجوادث والطواريء

تعرف حدة التعرضات بأنها تعرضات غير عادية والحالة الطارقة هي الحالة التي تتطلب تطوع من الافراد للتعرض الاشعاعي وذلك لعمل مخطط له وذلك لانتساذ شيء هام أو لوقف خطر وفي هذه الحالة يسمح بتعرض الافراد الى جرعة اضعاعية تصسيل الى ضعف الجرعسة السنوية ويمكن تكزار هذه الجرعة ٤ مرات خسلال العبر و

وتعرف المحودات بأنها الحالات التي لا يمكن التنبؤ بها كما في خالة مفاعل جزيرة الثلاثة أميال وسيسقوط قنبلتي هيروشيما وتجازاكي •

٧ أن يعفن، عصادر الاشعاع الاشتعاع بالطبيعــة

يتعرض الافراد الى الاشعـــاع المؤين بالطبيعة ويمكن تصنيف مصادر الاشعاع بالطبيعة الى :

ا ... الاشعة الكونية وهي أشعة صادرة من الكون وتصل الى كل مكان على سطح الأرض وتكون أقل ما يمكن في مستوى سطح البحر ويزيد معدل التعرض مع الارتفاع عن سطح البحر • كما يكون التعرض أقل ما يمكن عند خط الاسستواء وتزيد الجرعة كلمسا يعدنا عن خط الاستواء •

ويمكن تقسيم الاشعة الكونية الى أشعة كونية أولية وأشعة كونية ثانوية وتصل الى سطح الأرض الاشعب. الكونية الثانوية • وتشتمل الاشعة الكونية الثانوية على الكترونات وبروتونات ونيترونات •

ويبلغ معدل التعرض للاشعة الكونية بمصر ٣٠٠ مبكرو سيفرت سنويا ٠

٢ ــ الاشعاع الأرضى وهي أشعة تنبعث من سلسلة

اليورانيوم وسلسلة الثوريوم وهي عناصر ثقيلة مشسعة وتنطلق منها جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة جاماً هذا بالاضافة الى البوتاسيوم - ٤٠ الموجود أيضا في التربة •

ويبلغ معدل التعرض لملاشعاع الارضى بمصر حوالى ٤٠٠

٣ ـ كما يتعرض الافراد الى اشعاع مؤين بالهواء
 وكذلك اشعاع مؤين عن طريق الغذاء

ويبلغ معدل التعرض لهذا النوع من الاشعـــاع بحوالي ۲۰۰ ميكرو سيفرت سنويا -

٤ ــ يتعرض الافراد الى الاشعاع المؤين الصادر عن مواد البناء وتشتمل مواد البناء على اليورانيوم والثوريوم ونواتج تحولاتهم النووية وكذلك البؤتاسسيوم ــ ٤٠ ومذا النوع من الاشعاع طبيعي الا أننا نتعرض له بفضل التكنولوجي .

وعبوما يصل معدل التعارض السنوى للأفراد من الجمهور من الاشعاع الطبيعي حوالي ١٠٠ ملي سيفرت في السنة في مصر • ويصل الى ١٨٠٠ ملي سيفرت في السنة في انجلترا أو البلاد الباردة وذلك بسبب ندرة تهوية المنازل للحفاظ على الطاقة ويتسبب ذلك في زيادة التركيز الاضعاعي بالمنازل •

تستخدم ماكينات الاشعة السينية في التشخيص والملاج وتعتمه الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها الافراد على الحوامل التالية:

- ١ ... الجهد الكهربي ٠
 - ۲ ــ تيار الانبوبة ٠
 - ٣ _ زمن التشغيل
- المسافة بين أنبوبة الاشعة والفرد .

فيزيد التعرض بزيادة الجهد الكهربى وبزيسادة تيار الأنبوبة وزيادة زمن التشغيل وتقل بزيادة المسافة بين انبوبة التشغيل والمريض ·

ونى حالة التشخيص يكون التعرض لأقل ما يمكن من الاشعاع وفى حالة العلاج يكون التعرض أكبر ما يمكن للعضو أو النسيج المراد علاجه •

وفى العادة يقسم الاشعاع الصادر عن ماكينــة الاشعاع السينية الى اشعاع مباشر واشــــعاع مشتت ويستخدم الاشعاع المباشر في عسلاج الريض • ويجب الوقاية من الاشعاع المشتت • وتستخدم الدوع الواقية للوقاية من الاشعاع المشتت كما يستخدم الاطباء والفنيون دروع واقية لحماية أنفسهم •

كما تستخدم ماكينات الأشعة السينية في اختبارات الجودة والفحوص اللا اتلاقية للخامات والمعادن واختبارات اللحام خاصـة بالنسبة الى جسـم السفن والأنابيب المدنية •

ولقد استحدث في المجال الطبي ماكينات اشمسة سينية خاصة تعسرف بأشعة المقطع المحورية وهسساء الاجهزة مزودة بكومبيوتر وتتحرف كل من أنبوية الاشعة والكاشف الاشعاعي (الوميضي) على محور مركزه المضو المراد تشخيصه •

الكوبالت عنصر من العناصر المتوسطة وله عدة نظائر مثل النظير ـ ٥٩ المستقر والمتوفر بالطبيعة ول نظائر مشعة مثل النظير ـ ٦٠ • وللتفرقة بين هــنه النظير أمــام اسم العنصر (الكوبالت) •

ويتولد النظير كوبالت .. ٦٠ نتيجة عمليات الاسر النيتروني • أي يوضع الكوبالت المتوفر بالطبيعة بقلب المفاعل النووي ويتحول النظير غير المسع الى نظير مشع •

وكما سبق ذكره أن هذا النظير الشم يتم تحولات نووية باطلاق جسيمات بيتا ، فتتحول نواة هذا النظير المشم الى نواة عنصر النيكل المثارة ، والتى تنطلق منها اشماعات جاما عالية الطاقسة ١١٧٧ و ٣٣٠١ مليسون الكترون قولت ،

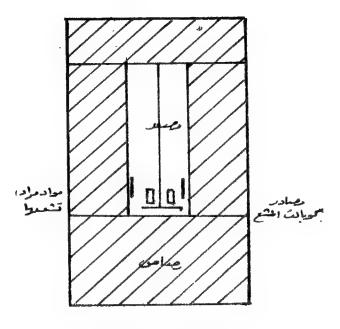
ويتميز الكوبالت المشع بطول نصف العمر ٢٦ره سنة وكذلك ثابت جاما عالى ١٢٢٩ (رونتجون لكــــل ساعة) لكل كورى على بعد متر من المصدر .

ويستخدم الكوبالت المسمع في عسلاج الاورام

السرطانية المميقة وذلك باستخدام مجموعة من مصادر الكوبالت المسع موزعة بطريقة هندسية داخل اسطوانة مفرعة من الداخل ومدرعة بالرصاص من الخارج ـ بحيث يصل الاشعاع الى المنطقة المراد علاجها في العمق •

كما يستخدم الكوبالت المشم في فحص اللحسام والعمليات الصناعية •

وتستخدم مصادر ذات قوة نشاط اشماعي منخفضة لمايرة الاجهزة وفي التجارب التي يقوم بها الطلبة خلال الدروس العملية ٠



شكل (١٣) مثقر عام لوحده الكوبالت الشيع

يطلق مصطلع وحدة الكوبالت على نظام هندسى كندى (تصنعه الطاقة النرية بكندا) • وهذا النظام يتكون من اسطوانة من الرصــاص سبيكة مجوفة من اللهاخل • وبالقرب من لم الاسطوانة الســفلي توجد مصادر الكوبالت المشع وهي على شكل أبر طويلة موزعة على شكل دائرة • وعلى طول المسافة من مركز المصادر وحتى قرب قمة الاسطوانة الرصاصية يتحرك مصــعد صفير كهربيا •

هذا بالاضافة الى وجود تدريع رصاص أسهل منطقة تواجد المصادر المشعة وكذلك هناك تدريع رصاص عند قمة الاسطوانة الرصاصية • كما أن الجهاز مزود بيقات لتحديد زمن التعرض ولا يعمل الجهاز بدون الميات (الكهربي) •

ولقد استخدم الباحثون هذا التكوين لعمل دراسات وبحوث فى مجال تأثير أشعة جاما على المواد المختلفة واستخدم هذا التكوين فى دراسات الفيزياء والكيمياء وعلوم العنامية .

ويتميز هذا التكوين بأن الشركة الصنعة تضع في الاعتبار أن يكون سمك الرصاص بالاسطوائة كافيا لوقاية العاملين عند بدء التصنيع وكيا سبق ذكره أن الكوبالت حد عصر مقداره ٢٦ره سنة أي أن النشاط الاشعاعي يقل الى النصف بعد خمس سنوات والى الربع بعد ١٠ سنوات والى الثمن بعد مسة تقريبا ٠

ويوجد من وحدات الكوبالت المسسح العديد في مركز البحسوث النووية وفي المركز القومي لبحسوث وتكنولوجيا الاشعاع والمركز الاقليمي للنظائر المشعة و

وأخيرا يطلق لفظ وحدة الكوبالت على هذا التكوين بان الشركة الصنعة تكرر تصنيع هذه الوحدات وتصدرها الى دول العالم •

وحدة جاما التشعيعية

توجد في جمهورية مصر العربية وحدة كوبالت ...
٦٠ التشعيعية العملاقة في المركسز القسومي لبحوث وتكنولوجيا الاشعاع بمدينة نصر ٠٠ حيث تصل قسوة المنشاط الاشعاعي لمسادر الكوبالت بالوحدة الى ١٠٠ الف كورى ٠ كما توجد وحسدة أصغر في مستشفى الملك قيصل التخصصي ومركز الابحاث بالرياض بالسعودية ويصل التخصصي ومركز الابحاث بالرياض بالسعودية ...

وفي العادة توجه المسادر داخل حوض مائي كبير وعنه تشغيل الوحهة ترتفع المسادر •

 تسبستفل وحدة خزن الوقود النسووى في مبنى المفاعل النووى المصرى في الدراسات والبحوث الخاصسة بتاثير الاشعاع على المواد •

وكما هو معروف أن الوقود النووى يخزن في حوض مائي وفي أماكن محددة ·

ويقوم الفنيون بوضع المواد المراد دراستها داخسل اسطوانة تفلق جيدا وتوضع في الاماكن التي لإ يوجه بها وقود نووى داخل الحوض المسائمي ٠

وكما هو معروف أن الوقود. النووى قبل استخدامه فى قلب المفاعل عبارة عن يورانيوم مخصب (أى به نظير يورانيوم ٢٣٥ بنسبة أعلى من وجوده بالطبيعة)

وعند تشغيل المفاعل تتم التفاعلات النووية وتنشطر نويات اليورانيوم مكونة جسيمات منشطرة وكما سبق ذكره فانها نظائر مشعة (تصل الى ١٠٠ نظير) وتنطلق منها اشعاعات مؤينة ٠

الوحدة في عمل دراسات وبعوث في مجال استحداث مركبات كميائية جديدة ذات صفات غير عادية ويستخدمها حاليا في مجال تثبيت التربة والزراعة •

السيزيوم عنصر من العناصر التوسطة وله عدة نظائر منها نظير - ١٣٣ وله عدد من النظائر المسعدة أحمها نظير السيزيوم - ١٣٧ والذي تحصل عليه من نواتج انشطار اليورانيوم • بعد عمليات استخلاص كميائية معقدة •

ویتمیز هذا النظیر بان نصف العمر له ۳۰ سسنة وأن ثابت جاما له صغیر (۳ر و رونتجون لکل سساعة) لکل کوری علی بعد متر من المصدر • و تنطلق منه اشعاع جاما بطاقة مقدارها ۲۲ر • ملیون الکترون فولت •

وتسستخدم عسادر السيزيوم ذات النشاط الاشعاعي الضعيف في التجارب المعلية والابحسات وتستخدم المسادر ذات النشاط الاشعاعي القسوى في مجالات اختبارات الجودة والكشف عن اللحام وتستخدم وحسدات السيزيوم (مشسل وحسدات الكوبالت) في المداسات الخاصة بتأثير أشعة جاما على المواد ·

وتستخدم كذلك في عسملاج الاورام السرطانيه .

وفى التطورات الحديثة في علاج الاورام السرطانية تم استحداث أبر السيزيوم التى توضع داخل الاورام السرطانية بعمليات جراحية خاصة وتترك بالمريض لعدة أيام •

اليود غاز وله نظائر عديدة مستقرة وغير مستقرة وير مستقرة ويستخدم اليود المشم في التشخيص والعلاج وذلك لصغاته الجيدة وأهمها تركيزه في الغدة الدرقية ·

كما أن اليود ينطلق كأحد نواتج الانشطار النووى ولكونه غاز يمكن أن ينتشر من موقع الى آخر ·

ولما كان الجسم في حاجة الى كمية معينة من الميد الكود واذا زادت الكمية عن هذا الحد • خرجت الكمية الزائدة من المنافذ الطبيعية للجسم • لذا فان تناول كمية من مركبات اليود على صسورة بودرة أو كبسولة يؤدى الى العمل على وقاية الإفراد من اليود •

ويتميز اليود بصغر نصف عمره حيث يصل الى ثمانية أيام وتنطلق منه أشعة بيتا وأشعة جاما بطاقة منخفضة (٣٦٠- مليون الكترون فولت) ٠

فى حالة حادثة مفاعل تشيرنوبل الروسى اندفسع الاوربيون على المخسازن الكيمائية والصسيدليات لشراء مركبات اليود وتناولها •

وطبقا لتوصيات الوكالة المؤثية للطاقة الذربة .

۱ - يتناول الافراد الذين تزيد اعمارهم عن سنة ١٣٠ ملجرام من ايوديد البوتاسيوم خلال اليوم الأول و ٦٠ ملجرام من ايوديد البوتاسيوم يوميا ٠

۲ ـــ الاطفال أقل من سبسنة يكون تناولهم ٦٥
 ملجرام من ايوديد البوتاسيوم يوميا

ولا ينصح بتناول هذه المركبات لليود غير المشسع بصفة مستمرة ولا يجب أن يزيد مجبوع ما يتناوله الفرد عن جرام واحد (أي ١٥ يوم متتالى) . ويومه إن تتناول بها، على توصيات من وزارة الصحة .

·. `

الذهب عنصر مستقر في الطبيعة ... نظير الذهب ... ١٩٧ وعندما تتم تفاغلات نيترونية مع الذهب ... يتحول الى نظير ذهب ... ١٩٨ ٠

والنحب المسع يتميز بصعر نصف العمر (أقــل من ٣ أيام) وتنطلق منه أشعة بيتا ويتحول الى الرثبق وتنطلق أشعة جاما بطاقة منخفضة (١٤٠ مليون الكترون فولت) •

ويستخدم القهب في عمليات التشخيص .

كما أن وجود الذهب المشع فى أى وسط لدليــل على توفر النيترونات البطيئة فهــو يستخدم ككاشـــف للنيترونات .

الصوديوم الشع

الصوديوم متوفر في ملح الطعام كما أنه متسوفر في الدم وللصوديوم نظيران مشعان • تظير صوديوم - ٢٢ والآخر له نصف عمر قصيد طويل (سنتان تقريبا) والآخر له نصف عمر قصيد (١٥ ساعة فقط) •

والصوديوم - ٢٤ هام جدا وذلك بسبب طاقسة الفوتونات العالية ١٣٥٨ و ٨ر٢ مليون الكترون فولت -

، كما أن وجود الانسان بالقرب من النيترونات يؤدى الى تحويل جزء من صوديوم المجسم المستقر الى صوديوم مشم • وهذا بدوره يعول جسم الانسان الى مصدور مشم •

كما يستخدم الصوديوم ككاشف للنيترونات وفي حادثة مفاعل تشيرتوبل أكد المسئولون عدم تعرض الافراد الى النيترونات لعدم اكتشاف الصوديوم المسع في أجسام التعرضين للاشعاع مد

الراديوم جسم صلب متوفر بالطبيعة على شكـــل نظير مشبع ويتولد نتيجة التحولات النووية التى تتم في اليورانيوم وسلسلته • ،

. ولقد استخدم الراديوم (م) في عسلاج الاورام السرطانية من مدة طويلة واستخدمت أبر الراديوم والتي توضع بعمليات جرائعية داخل العضو المريض بجسم الانسان •

the stage of the second stage of the

ا برا الونظرا للمشاكل التي تترتب من كسر هذه الايو المبالية المشاكل التي تترتب من كسر هذه الايو

(大) استخدم الراديوم في دمن الساغات وصدادات الطائرات وذلك حتى يمكن رؤيتها في الظلام • ونظرا للمشاكسل السعية التي أسابت العاملين في هذه الهنة فقد استبعد الراديوم ويستخدم حاليا عصادر اشعاعية آخرى • وبعثرة المواد المشعة (يودرة تسبسوق) وعمليات التلوت التي يجب ازالتها وكذلك نظرا لمشاكل تخزين هذه الأبر ، فقد تم استبعاد هسنه الأبر في علاج الاورام السرطانية في اللول المتقامة وتستخام أبر السيزيوم بدلا منها .

الكاليفورنيوم عنصر غير متوفر بالطبيعة ولقد تم التوصل اليه نتيجة التفاعلات النووية التى تتم باستخدام معجلات عالية الطاقة في الولايات المتحدة وروسيا ٠

للكاليفورنيسوم نظائر عديدة ومن أهمهسا النظير كاليفورنيوم - ٢٥٢ • ويتميز هـذا النظير يأنه مفاعل متحسرك • حيث تنشطر نواه الكاليفورنيوم الى نواتج انشطار وتنطلق تيترونات وأشعة جاما •

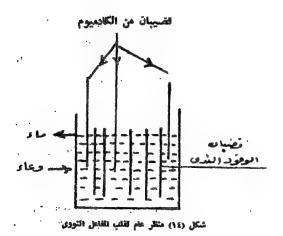
كما أنه يتميز بأن كل جرام من الكاليفورنيوم ينبعث منه ٢ مليون مليون نيترون في الثانية • أى أن كل ميكروجرام منه ينبعث منه ٢ مليون نيترون في الثانية •

ويستخدم هذا النظير المشسع كمصسدر للنيترونات وكمصدر لأشعة الفسسا وكمصدر لنواتج الانشسطار فى المختبرات والمعامل ومراكز البحوث •

كما تستخدم أبر الكاليفورنيوم ــ ٢٥٢ فى عــلاج الاورام السرطانية ــ حيث توضع الابر بعمليات جراحية فى الاماكن المسابة بجسم الريض .

الا ان أهم عيوب هذا النظير ــ صغر نصف العمر - حيث يبلغ ٦٦٥٥ سنة فقط ٠

ومن المصادر النيترونية الاخسرى الوجودة بمصر المصادر النيترونية المشعة مثل مصادر الراديوم - يوليوم ومصادر امرسيوم - برليوم والمجلات النووية مثل المولد النيتروني ومعجلات الابحاث •



VYV

يتكون المفاعل النووي أساسا من :

۱ _ وقود نووی ۱۰۰۰ ۱۱۰۰

٢ _ مصدر للنيترونات ٠

٣.. قلب الماعل ٠

٤ _ الدروع الواقية • ر

والوقود النووى عبارة عن يورانيوم - ثوريوم أو بلوتنيوم والأول والثاني يمكن الحصول عليهما بالطبيعة.

والثالث تحسل عليه نتيجة التفاعلات النووية .

واليورانيوم له ٣ نظائر ، الاول نظير يورانيوم ... ۲۳۸ (*) وهو متوفر بالطبيعة بنسبة كبيرة جدا (۲ر۹۹٪) والآحر اليورانيوم - ٢٣٥ (٧ر٪) والنظير الثالث متوفر بنسبة بسيطة جدا وغير هام ٠ وهذه النظائر ذات نصف عبر طويل جدا

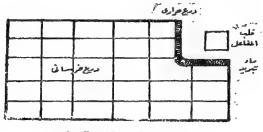
⁽大) العاد امام اسم التظير هو العاد الكتل رهو مجبوع عدد البروتونات والنبعرونات بنواة العلمين مراسين

واليورانيوم - ٢٣٥ يتميز بقابلية عالية للانشطار مع ندرته بينما اليورانيوم - ٢٣٨ يتميز بقابلية منخفضة على الانشطار مع كثرته •

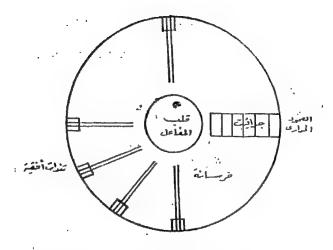
ولهذا تتم عمليات تخصيب لليورانيسوم ــ ٢٣٥ للحصول على قدر مناسب من الانشطارات النووية •

ـ ويحتاج الى مصدر النيترونات لاجراء التفاعلات النووية •

كما يعمل كمبرد للحرارة الصاحبة لهذه التفاعلات النووية



شكل (101) منظر عام لعرع الفاعلالتووي



شكل (١٦) مثظر عام للقنوات الافقية والعبود الحراري للباعل نووي

ويوجه بقلب المفاعل قضبان سيطرة من الكادميوم. وتعمل هذه القضبان (عن طريق التحكم آليا أو يدويا) على امتصاص الزائد من النيترونات وذلك لضمان التشفيل السليم للمفاعل .

٤ ــ العدوع الواقية للمفاعل (درع حرارى ودرع خرسانى) والعروع الحرارية من الصلب وتعمل عسل نقليل درجة الحرارة بين قلب المفاعل والعرع الخرساني والعروع الخرسانية وهى ما تعرف بالعرع الحيسوى (البيولوجي) * وتتميز الأخيرة بسمكها اللازم لتقليسل الجرعة الاشماعية الى مستوى الاشعاع القاعدى *

تتميز مفاعلات البحوث بتوفر القنوات الأفقيسة والقنوات الرأسية • وكذلك العمود الحراري •

والقنوات الافقية عبارة عن أسطوانات مفرغة فى المدرع المرسانى تفتح وتقفل بواسطة مفاتيح التشيغيل الكهربية و ويمكن للباحثين وضع أجهزة ومعدات اللازمة لاجراء التجارب أمامها • وتستغل القنوات الأفقية فى اجراء تجارب فى مجال فيزياء النبوترونات والمفاعلات •

والقنوات الرأسية عبارة عن أسطوانات جافة أو رطبة رأسية وتستغل هذه القنوات في وضع الكواشف النيتروئية وكواشف اشعة جاما لاجراء القياسات الخاصة بالتوزيع التدفقي في قلب المفاعل أو على أبعاد مختلفة من مركز المفاعل • كما توجد قناة رأسية خاصة تسستخدم لتشعيع العينات (عناصر مستقرة) وتحويلها الى مصادر مشعة تستخدم في دراسات الفيزياء والكيمياء النووية والتطبيقات المختلفة والعبود الحراري عبارة عن قناة أفقية خاصة تتميز بوجود مكمبات من الجرافيت ذات مواصفات نقاوة خاصة وتتميز كذلك بوجود تدفق نيتروني حراري عالى •

٨ - أدارة الطاقة الذرية مركز البحوث النووية()

وفى جمهورية مصر العربية تبلغ قدرة مفساعل الإبحان ٢ ميجاوات ، وهذا المفاعل يتبع قسم المفاعل النووى بمركز البحوث النووية يستخدم المفاعل أساسا قسم طبيعة المفاعلات والتيترونات وقسم الكمياء النووية مثل تسسم والاقسام الأخرى بمركز البحوث النووية مثل تسسم الطبيعة وقسم البلازما والمجلات والقسم الهندسى وقسم البيولوجيا وقسم الزراعة وعسلوم الاراضى والقسسم الهندات وقسم الفلزات وقسم النطائر المشعة مذا بالإضافة الى قسم الوقاية والدفاع المدنى ٠

 ⁽١/١) لزيد من البيانات الاعلامية عن مركز البحرت النووية يرجع الى مجلة آخر ساعة ١٩٨٦/٧/١٠ ٠

المركز القومي لبحوث وتكنولوجيا الاشعاع

ويضم هسذا المركز أساسا مجموعة من وحدات الكوبالت المشع ووحدات السيزيوم المشع بالإضافة الى وحدة جاما التشعيعية • وفي هذا المركز أقسام للطبيعة الاشعاعية والكيمياء الاشعاعية والصيدلة وعلوم الحياة بالإضافة الى قسم الوقاية وقسم الدوزيمتري (قيساس الجرعة الاشعاعية العالية) •

تضم تعينة الطاقسة الندية المصرية كل من مركز البحوث النووية والمركز القومى لبحوث وتكنولوجيسا الإنماع والعمل الحار وكذلك جهاز تنظيسم الامسان النووي و

والمسل الحار يشتمل على مجموعة من المامل ذات المواصفات العالية وذلك لأجراء التجارب المملية الحاصة باستخلاص الخامات المشعة من الوقود النووى (سابق التشعيع) • ويشتمل المعل الحسار على مجدوعة من الإقسام الملمية •

ويضم جهاز تنظيم الامان النووى مجموعـــة من الاقسام خاصة بالمواقع والبيئة والامان الاشعاعي والوقاية ويحوث الاشعاع وتأكيد الجودة وتشفيل الفاعلات وتقل المواد المشعة والتراخيص •

كانت مؤسسة الطاقة النرية الجهاز الذي يشتمل حاليا على :

١ ــ هيئة الطاقة الذرية وتتبع وزارة الكهرباء
 والطاقة خاليا ٠

٢ -- هيئة المحطات النبووية لتوليد الكهرباء المحالية وتتبع وزارة الكهرباء والطاقة (مشروع مفاعلات القوى النووية السابق) *

٣ _ هيئة المواد النووية ٠

وتهتم بالحامات النووية من ناحية البحث عنهسا واستخراجها ثم تصنيعها كوقود نووى ·

٤ ــ المركز الاقليمي للنظائر المسعة ولا يزال يتبع
 ميئة الطاقة الذرية •

والأخير يهتم يعقد الدورات في مجال استخدام النظائر المشعة والوقاية من الاشعاع · بالاضافة الى اجراه تجارب في مجالات استخدام النظائر المشعة في المجالات الخاصة بالمياء الأرضية ومجالات أخرى · الخطوة الأولى في توليد الكهرباء من معطات القدرة النووية والتقليدية في توليد بخار من تسخين المساء بوالاختلاف بني المعطات النووية والتقليدية في أنه بالمعطات التقليدية تتحرر الحرارة من حرق الوقود (الفحسم الزيت سالفاذ) ولكن في المنشسات النووية تنطلق الحرارة من عمليات الانشطار النووي ويتم توليسسا الحرارة بالانشطار النووي بطريقة منظمة في المفساعل النووي و

تستخدم الحرارة بطريقة مباشرة لغلَى الماء داخلَ المفاعل أو بطريقة غير مباشرة عن طريق نقل الحرارة الى الماء في المولد البخاري خارج المفاعل .

وعلى أى حال فان الغرض الرئيسى من المفساعل وأجهزته المساعدة هو توليد بخار عند أعلى درجة حرارة وضغط محتملين •

وما أن يتولد البخار فان العمليات التالية واحدة في كل من المحطات النووية والمحطات التقليدية · يدفع البخار التربين المتصل مع مولد كهربي · ففي التربين يتحول جزء من جرارة الببخار الى طاقة ميكانيكية للحركه الدائرية وفي المولد ، تتحول هسنه الطاقة الى طاقسة كهربية -

ويمر البخار المستهلك الخارج من التربين الى مكنف حيث يمرر ماء بارد خلال أنابيب تسبب تكثيف البخار الى ماء سائل ويخدم المكثف عدة أغراض عن طريق تكثيف البخار فان الضغط الخسارجي لمستهلك التربين قبل وفي نفس الوقت ، فان الحرارة المتبقية في البخار تنزع عند درجة حرارة السل لماء المكثف البارد و

وأخيرا ، لان الماء المستخدم ذا المواصفات العالية (في توليد البخدار) يحتفدط به بواسطة تكثيف البخار ، ويعود السائل المكثف كساء تغذيد الى المولد البخارى مرة أخرى ،

. الكفاءة الحرارية للمعطة

ويعرف جلاستون وجوردون (١٩٨٢) الكفاءة الحرارية للمحلة النووية بأنها النسبة التالية : _

وتصل درجة حرارة البخار في معظم المحطــــات التقليدية) الى ٥٧٠ درجة مثوية والكفاءة الحرارية الى (٤٠٪) تخرج مع حـــرق المغازات و (٥٪) - تفقد داخل المحلة ويترك (٥٪) من الحرارة الكلية تزال بواسطة المكثف أما في المحطات النووية فان أقصى درجة حرارة للبخار تبلغ ٢٨٥ درجة مدرية وتصل الكفاءة الحرارية في المتوسط الى ٣٣٪ ٠

ولا يوجد فقدان عن طريق المدخنة وتفقد (٥٪) داخل المحطة ويترك للمكثف اذالة (١٢٪) من الطاقة الحرارية • وفى تصميمات المفاعلات الحديثة يسمستخدم الصوديوم السائل أو غاز الهليوم بدلا من الماء كمبرد لنزع طاقة الانشطار وبذلك يحصل على درجات حوارة بخار أعلى وكفاءة اعلى •

السعة التصميمية لمعطة نووية هي مقياس لاقصى معدل لتوليد الكهرباء · ويعرف بدلالة الكيلو وات أو باستخدام الميجا وات · والميجا وات · ١٠٠٠ وات ·

ومعظم المحطات التقليدية للتوليد ذات سعة أقسل من ٣٠٠ ميجا وات من الكهرباء • ولكن المنشآت الحديثة (والتقليدية والنووية) ذات سعة في حدود ١٠٠٠ ميجا وات أو أكثر •

ويطلق مصطلح معامل المحطة على النسسية بين المخرج الواقعى الى مخرج التصميم × ١٠٠ ولمعظم معطات القدرة الكبيرة فان معامل المحطة في المتوسط وعلى طول سنة كاملة يصل من ١٦٠ الى ٧٠٪ •

ويعبر عن كمية الكهسرياء المسستهلكة بدلالة الكيلو وات ساعة وتبلغ الكهرباء المستهلكة بغرض أن معامل المحطة ذات قدرة معامل المحطة ذات قدرة ١٠٠٠ ميجا وات = ١٦٨٨ مليون كيلو وات ساعة من الكهرباء يوميا وفي المتوسط يكفي هذا الاسستهلاك متطلبات الإغراض السكانية والصناعية والتجارية لنصف مليون فرد في الولايات المتحدة الامريكية و

طبقا للقانون رقم ٥٩ لسنة ١٩٦٠ فان هيئة الطاقة اللرية المصرية هي الجهسة المسئولة عن اصدار تراخيص المفاعلات •

ولقد استحدث في هيئة الطاقة الذرية جهساز التنظيم والامان النووى اعتبارا من عام ١٩٨٣ وذلك ليكون الجهة المسئولة داخل هيئة الطاقة الذرية لاصسمار التراخيص اللازمة • كمسا أن القانون رقم ٥٩ ينظم الستخدام الاشسماعات المؤينة والوقاية من اخطارها للمصادر المفلقة والمغتوحة والإجهزة التي تصدر عنهسسا

وفى الولايات المتحدة الامريكية ومن أجل حساية مسحة وبسسلامة الافراد ولفحص تأثيرات قراراتها على البيئة فان هيئة التنظيم النووية وضعت برنامج لتراخيص وتفتيش المنشآت النووية وينفذ هذا البرنامج من خلال قوانين ولوائح تبين الخطسوات التي يجب اتباعها من النشاطات المرتبطة بالطاقة النووية وهذه الاجراءات تخضع لتغييرات من وقت الى آخر .

قبل انشاء معطة نووية أو منشآت ذات علاقة مثل معطة تصنيع الوقود أو معطة أعادة تصنيع الوقود لله يعب المحصول على موافقة من هيئة التنظيم النووى الامريكية وبعد الانشاء لا تعبل المحطة الا بعد المحصول على ترخيص ولا تصدر هذه الموافقات والتراخيص الا بعد مراجعات عديدة تتضمن حضور واستماع الى المجمهور وهسذه الموافقات والتراخيص والمراجعات يجب ان تبين أن الانشاء المقترح والتشغيل يتم مع العناية بصحة وسلامة الافراد والبيئة

على الطالب وكجره من طلب الموافقة لانشاه محطة قدرة نووية توضيح الالتزام للمنشأة النووية مع لوائح التقسيمات المحلية واستخدام الإراضى • كما يجب الأخذ في الاعتبار قواعد ولوائح قانون رقابة تلوث الماء المحلية والقومية •

"بالاضافة الى الاحتياطات العسديدة التى تتم فى اجراءات التراخيص لتوفير تاكيد قوى (من وجهة نظر السلامة البيئة) أن تركيب وتشغيل المحطفة الشووية مقبول - بالاضافة الى ذلك فان هيئة التنظيم النبووى تراقب التركيبات (الانشاء) والاختبار والتشغيل للمحطة للتاكد من الالتزام مع ظروف الموافقة أو الترخيص -

وفي الولايات المتحاة الامريكية فصل خاص في

اللوائع القيدرائية يطلق عليه لوائع الطاقة أو (١٠) وتتضمن هذه اللوائع المايير والضوابط وعلى العصوم فأن المايير تحدد الحدود والطرق لتنفيذ الهدف والضوابط توفر اسس المقارنة للحكم على صلاحية فعل معني أو طريقة ولهذه اللوائع قوة القانون ولهذا فان الاتزام بها مطلوب .

ومن بين هذه اللوائح جزء - ٣٠ ويهتم بمعايير الحماية من الاشعاع ويحكم اطلاق المواد المشعة للبيئة ويضع حدود على التعرضات الاشعاعية للعاملين بالمحطة والافراد من الجمهور من تشغيل المحطة النووية ٠

والجزء ــ ٥٠ ويهتم بتراخيص منشآت الانتـــاج والاستخدام ويصف اجراءات اعداد واملاء طلبات الموافقة على الانشاء وتراخيص التشغيل ٠

والجزء - ٥١ من اللوائم الفيدرالية يهتم بسياسة التراخيص والتنظيمات والاجراءات من أجل حماية البيئة ويختص باعداد تقادير البيئة والتي يجب تقديمها مع طلبات الموافقة على الانشاء وتراخيص التشغيل •

والجزء - ١٠٠٠من اللوائع الفيدرالية والخاص بضوابط اختيار موقع المفاعل ويهتم بالقواعد الخاصة لتحسيديد صلاحية موقع مقترح لمحلة نووية مع الاخلة في الاعتبار حماية الافراد في حالة حادث •

يرى الاستاذ الدكتور ابراهيم فتحى حمودة رئيس هيئة الطاقة الذرية السابق ومستشار رئيس الهيئة الحال لشئون السلامة أن سلامة المعطات النووية ترتكز على ٣ قواعد اساسية وهي :

١ - التصميم الجيد ٠

٣ -- الموقع المناسب ٠

٣ _ خطة الطواري، الجيدة ٠

وتقع مسئولية سلامة التصميم والانشاء والتشغيل لمحطات الطاقة النسووية على صياحب (مشغل) المنشأة النووية ·

وعلى هيئة التنظيمات النووية مسئولية حماية سلامة وصحة الافراد (وصفات البيئة) بالنسبة الى تطـــــور واستخدام الطاقة النووية ·

والمحطات النووية تتميز بأنها توله كميات كبيرة من الحواد المشمة والتى قد تكون خطرة على جميع اشـــكال الحياة اذا اطلقت بكميات كبيرة الى البيئة • وتهدف لوائح

هيئة التنظيمات النووية الى حد اطلاق المواد المسمعة بالمبيئة ·

وعليه فان الجرعات الاشعاعية التي يتعسرض لها الافراد والحيوانات والنباتات خلال التسسغيل العادى للمحطة النووية آقل من التغيرات في جرعة الاشعاع الملفية الطبعة •

وعند تشغيل المحطة قد تحدث ظروف غير عادية واذا لم يتم السيطرة على مثل هذه الظروف قد تؤدى الى مووب كميات كبيرة من المواد المشعة الى البيئة ٠

تطلق هيئة التنظيمات النهووية الأمريكية على فلسفاتها الأساسية في تأكيد سلامة التصميم والانشاء والتشغيل الدفاع في العبق وهي تبثل ثلاثة مناسبيب للسلامة:

المنسوب الأول للسلامة : `

أن يكون تصميم المفاعل والاجهزة المساعدة بحيث ان يكون تشغيله لاعل درجة من الأمان مع فرصة صغيرة لحدوث اعطال •

ولهذا الحد فان هيئة التنظيمات النووية الامريكية من خلال برنامجها الحاص بتأكيد الجودة تؤكد عسل استخدام دليل ومعايير خاصة لجودة المسواد والافراد في عملات الإنشاء و

ويجب أن تصمم المحلة النووية بحيث تتحمــل الاعاصير والتورنادو والظواهر الطبيعية الاخرى وتكون كذلك قادرة على انهاء التشغيل بسلاية في حالة أقــوى الزلازل المحتمل حدوثه في موقع المحلة -

هذا بالاضافة الى ان التصميم يجب أن يسسسمح بالمراقبة المستمرة أو الدورية للمكونات والانظمة للكشف عن اشارات للعيوب •

النسوب الثاني للسلامة :

بالرغم من التأكيدات السابقة عن تصميم وانشاء المحطة بعناية فانه من الضرورى افتراض حسدوت بعض الحوادث الصغيرة أو تشغيل خاطئ خلال عمر خدمسة المنشأة ·

والفرض من الهدف النانى للسلامة هسو توفير الوسائل القادرة على مواجهة مثن هذه الحوادث وعليه فان المفاعل النووى يجب تزويده بنظام حماية مصمم لمنع واحتواء مدى من الظروف غير العادية .

النسوب الثالث للسلامة :

يعتمد المنسوب الثالث للسلامة على اضافة مجموعة من الانظمة والحواجز ضد هروب المواد المشعة وذلك لحماية الاقراد حتى اذا حدثت حادثة غير محتمل حدوثها

ولتأسيس هذه الملامع الاضافية ، يفترض فشسل كبير في المكونات والانظمة وتحلل نواتجها ، ومن تحليل هذه الحوادث الافتراضيية يحدد مجيوعة مين حوادث التصميم الاماسية وتصمم انظمية السيلامة للسيطرة عليها واحتوائها ،

وفى النهاية أن الهدف النهائى للسلامة النوويه هو تقليل حد المخاطر الى منسوب صغير جدا مقبـــول للافراد من الجمهور وكذلك للعاملين فى المحلة النووية -

ومعظم الفاعلات العاملة بمحطات القوى النـووية من نوع مفاعلات الماء الخفيف وتقسم الى مفــاعلات الماء المضغوط ومفاعلات الماء المغلى ويعتبر النوع الأول هـــو الاكثر شيوعا ·

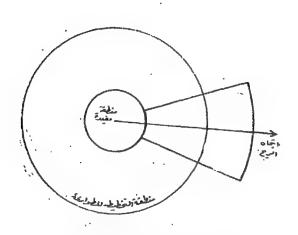
ويقدر احتمال حدوث حادثة انصهار تام لمفاعـــلات الماء الخفيف (٥ × ١٠٠٠) لكل مفاعل ـــ سنه وهذا يعنى احتمال حدوث حادثة واحدة خلال ٢٠ الف مفاعل ـــ سنة تشغيل ٠

الا أن خبراء هيئة التنظيمات النووية الامريكيسة وكذلك في المانيا الغربية قد حدوا احتمالات حدوث انصهار تام ١٠٠٠ لكل مفاعل ــ سنة ١٠ أي حادثة كل ١٠ آلاف مفاعل ــ سنة ٠ أي حادثة كل ٢٠ آلاف مفاعل ــ سنة تشغيل ٠

ويذكر الأستاذ الدكتور ابراهيم فتحى حموده (م) أن عدد سنوات التشغيل للمحطّات النووية قد بلغ ٣٥٠٠

⁽大) د- ابرامیم فتحی حب...ودة ... عکاط ... الع....د ۲۳۱۰ ... ۱۹۸۲/۰/۰ ... السعودیة -

الى ٤٠٠٠ سنة تشغيل وهذا يعنى انه من المفروض عدم حدوث حادث جزيرة الثلاثة أميال الامريكي وحسادت تشرنوبل الروسي والمخالفان لكل توقعات العلماء ٠



شكل (١٧) الثاملق حول موقع المعطة النووية

حسن اختيار الوقع

يجب الأخف في الاعتبار اعتبارات كثيرة عند اختيار موقع يكون مقبولا لمحطة قدرة نووية ، وبعض هــنه الاعتبارات مرتبط مع التوزيع السكاني حول الموقع المقترح وفي الجزء ١٠٠ من اللوائح الفيدرالية الامريكية الخاصة بالطاقة (١٠) تميز ثلاث مناطق مي :

١ - المنطقة القيدة .

٣ ــ منطقة الكثافة المنخفضة أو منطقـــة التخطيط
 للطواريء -

٣ ــ المسافة من مركز سكاني ٠

وهذه المنطقة ثابتة ذات نصف قطر لا يقل عن ١٨٠٨ كيلو متر أو نصف ميل و تعرف هذه المنطقة بأنها المنطقة التي تحيط بالمنشأة النووية وللحاصب على الترخيص كل السلطات لتحديد الانشطة وتواجد أو طيرد الافراد والممتلكات والسكن داخل هذه المنطقة ممنوع ولكن في حالة وجود أي سكان فيجب أن يكونوا عرضة للمفادرة الفورية وقد يعبر المنطقة طريق عريض سخط مسكة حديد أو معر مائي بشرط ألا يكون قريبا جدا مسن المنشأة ولا يتدخل مع أو يمثل خطرا كبيرا للتشسفيل المعادل للمفاعل وحتى وقبل تشغيل المحطة لابد من توفر خطط ملائمة لتنظيم المرور في حالة الطوارية وقور خطط ملائمة لتنظيم المرور في حالة الطوارية وقور وتعرف حالة الطوارية والمنافية المنافقة المنافقة

والهدف الأساسى من وجود المنطقة المقيدة هو تحديد المجرعات الاشعاعية التى قد يتعرض لها الافراد من خارج المحطة فى حالة حادثة غير عادية • ومشل هله الحادثة يفترض أن تكون انصهار لقلب المفاعل مع اطلاق كميسات كبيرة من نواتج الانشطار للبيئة •

ويختار نصف قطر المنطقة المقيدة بحيث أن الشخص

الموجود داخل اى نقطة على محيطها لساعتين بعد حسدوت الاطلاق الاشعاعي المفترض لا يتعرض حتى تحت الظروف المجوية القاسية لجرعة جسم كليه تزيد عن ٣٠٠ ريم من تكون جرعة الفدة الدرقيـــة لا تزيد عن ٣٠٠ ريم من التعرض لنظير البود المشم .

وكدليل لهذه المنطقة ينص جزء ١٠٠ من اللوائح المدوالية الامريكية للطاقة بأن الفرد الموجود داخســل اى تقطة على المحدود الحارجية للمنطقة ويبقى هناك خلال فترة مرور السحابة الاشماعية الناتجــة عن الحــادثة الافتراضــية (انصهار كامل لقلب المفاعل) ولا يزيد تعرضه للاشماع عن ٢٥ ريم أو تزيد الجرعة للفــــــــة المدوقية عن ٣٠٠٠ ريم و والغرض من الاجراءات الوقائية هو تقليل الجرعة الاشماعية الحقيقية ٠

وفى تعديل حديث لهيئة التنظيمات النووية ـ عدل اسم المنطقة ذات الكثافة السكانية المنخفضة الى منطقة التخطيط للطوارى، الثابتة • وتحدد المنطقة بمسافة ثابتة لا تقل عن ١٦ كيلو متر (١٠ أميال) •

وهنم المنطقة يتوفر لها خطط للسلطات المحليـــة لتهجير الافراد ٠ وتعرف بأنها المسافة من المفاعل الى أقرب حدود لمركز سكانى كثيف يضم أكثر من ٢٥ ألف سساكن والمسافة من المركز السكانى الى قلب المفاعل تزيد مرة وثلث عن المسافة من المقاعل الى الحدود الخارجية للمنطقة ذات الكنافة السكانية المنخفضة وعندما يكون المركز السكاني مدينة كبرة يجب أن تكون المسافة أكبر و

ويرى كل من جلاستون وجوردن ١٩٨٢ أن البرعة للأفراد غير هامة في هذه المنطقة ولكن المهم هو الجسرعة للسكان وهي حاصل ضرب عدد الافراد في المنطقة المعرضة والجرعة المتوصطة للفرد ويعبر عنها بوحدات رجل ــ ريم أو رجل ــ سيفرت °

وفى التعديل المقترح للجزء ١٠٠ من لوائح هيئسة التنظيمات النووية الامريكية و تلفى مسسافة من المركز السكاني ويحل بواسطة حدود معينة على الكثافة السكانية والتوزيع السكانى خارج المنطقة المقيدة والى مسافة ٣٢ كيلو متر (٢٠ ميل) ٠

قبل حادثه جزيرة التلائة أميال الامريكية افترض أن الالتزام بالجزء ١٠٠ من لوائح هيئة التنظيمات النوويه الامريكية والخاص بالموقع بالاضافة الى فلسفة الدفاع في الممتى كافية لحماية الافراد من ناثير حادثة نووية كبيرة واعتبرت خطط الطوارى كاجراء ثانوى يتم في حسالة انطلاق كميات كبيرة من المواد المسعة بالمنطقة المحيطة .

ومن الخبرة التي نتجت عن حادثة جزيرة الثلاثة أميال الامريكية تبين ضرورة توفير احتمام زائد الى الاستجابة لخطط الطوارى، وعليه فان هيئة التنظيمات النووية الامريكية تطلب بالإضافة الى الاحتمام بالطوارى، الاشماعية داخل موقع المحطة النووية على طالب الترخيص عمل الاجراءات اللازمة مع الجهاث المسئولة الخاصية بالاستجابة عند الحوادث التي قد تتضمين اطلاق مراد مشعة خارج موقع المحطة ،

وتقسم خطط الطوارى الى نوعين :

 ١ - خطط للطوارى، على موقع المحطة النووية وهذه مسئولية الشغل *

٢ ــ خطط طوارئ خارج موقع المحطة النـــووية
 وهذه مسئولية السلطات المحلة -

صدر عن الوكالة العولية للطاقة الفرية توصيات خاصة بالتخطيط للاستجابة للحوادث الاشمماعية في المنشآت النووية خارج الموقع وذلك عام ١٩٨١ ·

وأهم ملامح هذه الخطط ما يلي :

١ _ التدريم ٠

٢ ـ تناول اليود الواقى ٠

٣ - السيطرة على المداخل ٠

٤ ــ التهجير ٠

مارق وقاية الأفراد .

٦ ـ ازالة تلوث الأفراد ٠

٧ - الرعاية الطبية •

٨ - تحويل مصادر الطعام والمياه

٩ - ازالة تلوث المناطق الملوثة •

ويمكن تقسيم هذه الملامح في ثلاثة أطوار:

الطور الأول :

ويظل هذا الطور لعدة مناعات من بداية الحادثة ويتمثل الحظر من الحلاق المواد المشيمة في :

١ _ استنشاق المواد الشعة ء

٢ ــ التعرض للغيوم المسعة "

وتعتبر البنود الأربعة الأولى من الملامح هامة جدا مع ضرورة استخدام طعام محفوظ (غير ملوث) ·

كما تعتبر البنود الأربعة التالية هامة .

الطور الثاني:

ويتمثل الخطر في هذا الطور في الآتي :

١ - التعرض الخارجي من المترسبات الأرضية ٠

٢ ــ التعرض الداخل من تنفس الجسيمات المتعلقـة
 المشعة •

٣ ــ التعرض الداخل من هضم طعام ملوت حديثا
 (مثل اللبن والحضروات والفواكه) والماء •

وقد تمتد هذه لمدة من عدة أيام الى عدة أسابيع بعد الطور الأول •

وتعتبر البنود رقم ٣ ، ٤ و ٧ ، ٨ من البنود الهامة جدا مع ضرورة استخدام غذاء للحيـــوانات مخزون (غير مشع) •

الرحلة المتأخرة :

حيث يكون الخطر ناتجا من استهلاك الطعام الملوث وتلوث البيئة • وقد يمتد هذا الطور من عدة أسابيع الى عدة سنوات بعد الطورين السابقين معتمسدا على طبيعة الاطلاق •

وتعتبر البنود الأخيرة من اجراءات الوقاية هامة جدا مع ضرورة استخدام غذاء للحيوانات المخزن (غير ملوث) · بالاضافة الى حادثة مفاعل جزيرة الثلاث أميال وحادثة تشير نوبل والتى تم فى كل منهما تهجير السكان توجب ظروف تشغيل غير عادية عديدة للمحطات النووية ينتج عنها تعرضات اشعاعية للعاملين داخل المحطة وكذلك اطلاقات للمواد المشعة للهواء والماء مما يؤدى الى تعرض الأفراد من الجمهور للاشعاع •

والمهتمون بالحسوادث الاشعاعية لهم اختصاصات مختلفة فعلى سبيل المثال لا الحصر -

۱ _ الفزيائيون الاشعاعيون ويهتمون بتطور طرق قياس الجرعة الاشعاعية للأفراد من العاملين بالمحطة وكذلك الافراد من الجمهور ويمكن تقسيم الاشعاع المؤين بالنسبة الى الماملين بالمحطة الى الديترونات وأشعة جاما وأشسعا بيتا • أما بالنسبة الى الافراد من الجمهور فان الاشسعاع المؤين يقتصر على أشعة جاما وأشعة بيتا فقط ولقد قام المؤلف (*) بتطوير المديد من الكواشف الاشعاعية لقياس الجمهور • هذا بالاضافة الى تطوير طرق القياس حول

⁽大) قال المؤلف جائزة الدولة التشجيعية للفيزياء لعام ١٩٧٦ -

المصادر الاشعاعية عامة وحول القنوات الافقيـــــة والرأسية والعمود الحراري للمفاعل المصرى ·

٢ - خبراء الوقاية من الاستعاع والفيزيائيسون الصحيون يهتمون بتقدير الجرعة الاشعاعية ومعدلات الجرعة خلال الحادثة وعليه اتخاذ الاجراءات الوقائيسة اللازمة من تدريع - توزيع أقراص اليود - تهجير - تأبد المسخول والخروج وتوزيع أجهزة قياس الجرعة الشخصية للأفراد واستلامها وعدها ثم حساب الجرعة السكانيسة (رجل - ريم) وتقدير عدد الوفيات التي قد تنجم عن الحادثة و ومتابعة الحالة بعد الحادثة وذلك لتحسديد الاجراء ت الوقائية الأخرى مثل ازالة تلوث الأفراد وتقرير تحويل مصارد المياه والفذاء وأخيرا ازالة تلوث المناطق الملطئة بالاضافة الى المسئولين الآخرين :

٣ - الأطباء والمعنون بصحة وسلامة الأفراد ومثابعة خالات الاصابة وغالبا ما يتم توزيع الأفراد طبقا للجرعة التي يتم تقديرها الى أقراد يتمرضون لجرعة اشعاعية اقل من ٢٥ ريم وأفراد تعرضوا لجرعة اشعاعية تزيد عن ٢٥ ريم والآخرين لهم عناية خاصة وقد تتطلب متابعة يومية وزرع النخاع العظمى وأجرانات طبية خاصة ومستشقيات خاصة ومستشقيات

٤ ــ الدفاع المدنى والساعدة فى حالة توصييل المعلومات من مركز الطوارى، والذى يجتمع به خبرا، الوقاية من الاشعاع وآخرين الى الافراد بالمنازل والاشراف على خطة التهجير والتآكد من استتباب الأمن بالمناطق .

هـ الأرصاد الجوية لتحديد اتجاه الربح ومن ثم اتجاه
 انتشار السحب والغيوم المشمة

آ ـ الرعاية الاجتماعية للأفراد من الجمهور خسلال
 وبعد الحادثة مع تقدير التعويضات الملائمة

ومن أشهر حوادث المفاعلات النــووية حادث جزيرة الثلاثة أنيال الأمريكية وحــــادثة مقاعل تشـــــــيرنوبل السوفياتيه • تمت الحادثة بالوحدة الثانية من المحطة النووية بجزيرة الثلاثة أميال بالقرب من هاريسبرج في بنسلفانيا يوم ٢٨ مارس ١٩٧٩ والحادثة لها خطورة انصهار قلب مفاعل من نوع مفاعل الماء المضغوط •

أدى خلل عابر (فقدان مصدر تغذية المياه الأساسى الى مولد البخار) الى التشغيل الآلى لثلاث مضخات مساعدة مباشرة ١ الا أن صمام السحب كان مغلقا وعليه لم تصل مياه التغذية الى مولدى البخار ٠ مع فقد المبرد الثانوى ارتفع ضفط ودرجة حرارة نظام التبريد الأولى ٠ مما أدى الى فتح صمام تقليل الضغط وذلك لتقليل ضغط البخار ٠

عندما هبط ضغط البخار الى منسوب آمن ، كان يجب غلق المسمام آليا • ولكن لم يتم ذلك وعليه ظل المسغط يهبط الى منسوب أدى الى بدء عسل نظهام حقن بالبرد ذى الضغط العالى •

⁽水) قام المؤلف بالقاء محاشرة بقسم الكيمياء الدووية بهيئة الطاقة الذرية بعد عام من الحادث (١٩٨٠) .

ولقد فسر المشغل ارتفاع سريع في مؤشر منسوب الماء المضغوط على أنها منسوب عال في وعاء المفاعل • مع أن هذه لم تكن الحالة • وعليه أغلقت المضخات الخاصــة بنظام الحقن بالمرد ذي الضغط العالى يدويا •

ثم تدفق الميساه الجانبية الى مسولدى البخسار عن طريق فتح الصمامات وتم تشفيل نظام حقن بالمبرد ذى الضغط العالى كمحاولة لتعويض فقدان المبرد من خلال صمام الضغط المفتوح •

واعتمات هذه المحاولة على مؤشر الضنط الخاطئ، مع ان الماء مايزال يفقد •

يعد ساعة وربع من بداية الحادثة تم توقيف مضختى المبرد الأولى بين المفاعل ومولد البخار لمنسبع الخطر من الامتزازات الزائدة وفى العادة يستبر التبريد بواسطة دران الحمل المستمر ولكن لم يتم ذلك بواسطة فراغات فى النظام الأولى و كما أن حد الفراغات كانت مسئولة عن الاحتزازات فى مضخات المبرد الأولى وعند حد المرحلة كان قلب المفاعل قد تعرض الى زيادة كبيرة فى درجة الحرارة و

كان غطاء قلب المفاعل غير مغطى لساعة تقريبا • ومن المحتمل أن يكون قد تم انصهار لبعض الوقود • كما أن تفاعل الزركنيوم في سبيكة الزركنيوم (والتي تستخدم

لتغليف الوقود النووى) مع الماء أدى الى فشل الغطاء لحوالى ٩٠٪ من الوقود • وعليه فان الجزء العلوى من قلب المفاعل تحطم ووقع فى الفراغات بين قضبان الوقود وعليه سبب خنق جزئى البخار والماء • هـذا الخنق مع فقاعة هيدووجين كبيرة تكونت من تفاعل الزركنيوم مع الماء منعت تبريد قلب المفاعل بطريقة الحمل الطبيعى لمدة طويلة •

مع ما ثم لقضيان الوقود النووى أى فشل التغليف ثم دخول كميات كبيرة من المواد المشعة الى مياه التبريد و وتدفق الماء الملوث والبخار خلال صمام ضغط الراحة الى خزان فى الوعاء الكبيد و وعندما وصل الضغط فى الحزان الى منسوب التصميم أدى شرخ بالقاعدة الى طلاق الماء الى وعاء آخر و

انتقلت المياه من الوعاء الآخر الى خزان الفضــــلات المشعة الى المشعة فى مبنى مجاور • وهربت بعض الغازات المشعة الى البيئة ولكن الكمية كانت صــــغيرة نسبيا • وأن الإطلاق الرئيسى للمواد المشعة كان عن طريق المياه • وانطلق الى الجو أيضا غاز الكربتون والزينون المشعان •

ومن خلال القياسات التي تمت بعسم عدة أيام من الحادثة اتضح أن التأثير على صحة الأفراد أقل ما يمكن ومن المتوقع وفاة حالة أو اثنين بالسرطان المتأخر قد تتم خلال سنوات قادمة .

ولقد تم التوصل الى أن حادثة مفاعل جزيرة الثلاثة أممال كانت نتمجة :

١ ... عيوب في التصميم ٠

۲ _ اجراءات غير مناسبة ٠

٣ _ خطأ المشغل •

والدروس المستفادة من حادثة مفاعل جزيرة الثلاثة أميال الأمريكية عديدة وأدت الى مقارنة بين القيم النظرية للمصدر (*) الذى تفترض عند التصميم وبين لقيم الواقعية من القياسات التى تمت فى الحادثة والى وضع قيود وضوابط لاختيار المستغلين والأخذ فى الاعتبار أخطاء المستغلين للمحطات النووية •

^(*) يقصد بالصدر النشاط الاشعاعي الكلي بداخل ثلب الخاعل ٠

مع أن مفاعل الأبحاث المصرى سوفياتي الأصل الى أن تصميمه يختلف عن تصميم مفاعل تشير نوبل سوفياتي. والمفاعل الأخير يشابه أول محطة طاقة ذرية في العالم والأخيرة بدأت التشفيل في بلدة أوبننسيك في يونيسو غ١٩٥٠ وكان مصدر الحرارة في محطة القسدرة مفاعل حراري مصمم كمنشأة تجريبية وذات حجم صغير وتم ذلك بواسطة اثراء اليورانيوم ـ ٢٣٥ الى نسبة ٥٪.

واستخدم الجرافيت كمهدىء للنيترونات والماء كمبرد واستخدم الصلب الذى لا يصدأ كوعاء لقلب المقساعل وكان المفاعل عبارة عن تكوين اسطوانى من قوالب الجرافيت بكتلة ٥٠ طن بداخل وعاء من الصلب الكربونى بقطر ٣٦٢ متر وسمك حائط ٥٠١ مسم •

وتبلغ درجة حرارة الجرافيت العظمى عنه تشمسفيل المفاعل ٨٠٠ درجة مثوية ولمنع الجرافيت من التآكسد يملأ الوعاء بغاز الهليوم أو النيتروجين

يوجه اليورانيوم الذى يعمل كقلب الفساعل بالجزء

الأوسط من الجرافيت ويعمل باقى مكعبات الجرافيت كعاكس للنيتروفات •

وبلغت قدرات المحطة الأولى ٣٠ ميجا وات في عام ١٩٥٤ ·

ولتدريع المحطة استخدمت طبقتان الأولى سمكها متر راحد من الماء ثم الطبقة الشانية من الخرسسانة الثقيلة (١٩٢٠ جم/سم٣) ويسمك ثلاثة أمتسار · ويبلغ قطر المفاعل بالتدريع ١٢ متر والارتفاع ١٢ متر أيضا ·

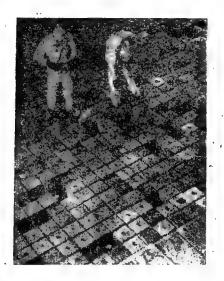
وفى عام ١٩٦٤ عدل تصميم المفاعل السابق الى قدرة آكبر حيث بلغت القدرة الجديدة ٢٨٥ ميجا وات بالنسبة المفاعل الذى بنى فى مدينة أورالس • وفى المنشأة التالية من نفس التصميم ارتفعت القدرة الى ٥٠٠ هيجاوات -

وبعد مرور آكثر من سبعين يوما على الحادثة التي تمت بالمفاعل السوفياتي علمنا بوفاة آكثر من عشرين شخصا وأن حوالى ٣٠٠ شخص تحت العلاج ومئات الآلاف هجروا مساكنهم • ومن ذلك يتضح أن حادثة المفاعل الروسي اكبر بكثير من حادثة المفاعل الأمريكي •

وقعت الحادثة بعد منتصف ليلة ٢٦ أبريل ١٩٨٦ بريل ١٩٨٦ ولم تعلن السلطات السوفياتية عن الحادثة الا يوم١٢٨ بريل بعد أن آكدت أجهزة قياس الاشماع الموزعة حول احدى محطات القدرة النووية في السويد وجود زيادة غير عادية في المنسوب الاشعاعي ولقد طن أن هذه الزيادة تعود الى خلل في محطتهم النووية ـ الا أنه بعد التأكد من عدم وجود خلل بالمحطة ومن خلال قياس التوزيع الاشعاعي بالمنطقة ومعرفة اتجاه الربح أعلن بالسويد أن هذه الزيادة تعود الى وجود سحابة اشعاعية مصدرها الاتحاد السوفيتي

وفى الثامن والعشرين من ابريل ١٩٨٦ أعلن الاتخاد السوفيتي رسميا أن حادثا قد وقع فى أحسد المفاعلات النووية فى تشيرنوبل والتي تقع على بعد ١٣٠ كيلومتر شمال مدينة كيف بجمهورية أوكرانيا السوفيتية وأن الحادث وقع فى أحد أركان الوحدة الرابعة (من المفاعلات) وأدى الى هدم جزء من المفاعل والاضرار به وأدى الى تسرب بعض المواد المشعة ٠

ويوضح الشكل الآتي سقف المفاعل الروسي الذي حدث به الحريق ·

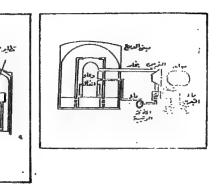


شكل (١٨) في هذه البقعة التي يشير اليها العامل ١٠ يقع الفطأ الذي أدى الى وقوع الالفجار ١٠ اله البجر، المعدود من الملومات التي تسربت عن أسباب حدودت الالفجار ١٠

ولتوضيح الفرق بين المفاعل السونياتي والمفاعلات الأمريكية ـ فغي المفاعلات الأمريكية يوضع الوقود النووى داخل قضبان في حوض كبير من الماء بداخل وعاء من الصلب (وعاء) والحرسانة ، وفي محطة تشير نوبل كل قضيب من الوقود النووى وعدهم ١٦٩٣ موضوع داخل أنبوية منفصلة مملوءة بالماء داخل مكعبات من الجرافيت ـ وكل ذلك داخل مبنى بدون أي وعاء حاو خاص • ويبلغ ارتفاع المساعل ٧ أمتار وقطره ١٢ متر •

وتعرف حالة انصهار قلب المفاعل بأنها الحالة التى تحدث عندما ينصهر الوقود النووى • ويبدأ الانصلهار عندما يفشل نظام تبريد المعطة أو تفشلل الأجهزة التي تسيطر على التفاعلات النسلوية • وفى المعطة النووية السوفياتية يساعد الجرافيت على السيطرة على التفاعلات النووية عن طريق امتصاص النيترونات والتى تعمل على بدء التفاعلات النووية بالمعطة •

ويفسر الدلاع الحريق بمعطة تشيرنوبل بأنه عندما يكون الوقـود ســـاخنا جــدا فينكسر ويهــرب مــن



(۱۹) شکل

صورة الإجائية الخاعل تشيرتوبل توضيح القبطة الوئيسية التى لسطلت عن المهل بسبب توقف التيار الكهربائي عن تلحظة ما أحى الى ارتفساح مرجة حرارة الوقود التووى وانفجار القاعل (十) •

شکل (۲۰)

الفجار الجزء العلوى من تلفاعل وتصدع القبة الواقية للمغامل وتطاير الراد: الشمة في الجو كها حصل في حادث الفجار مغامل تشعر أوبل الروس *

^(﴿) من مقال دم توفيق القصير ــ الرياش في ٢٩/٥/٢١

أنابيب الضغط فانه يشعل مكعبات الجرافيت •

وتنطلق الاشعاعات من المعطة عندما يبدأ الوقود في الانصهار ويبدأ حرق الجرافيت • فيتكون ضغط هاثل داخل المبني مسببا التسربات • كما ان الانفجارات المساحبة مع الانصهار قد تؤدى الى شرخ في سقف أو حوائط المبني • وتهرب المواد المشعة من المحطة • انظر شكلي ١٩ و ٢٠ •

ومع الزيادة في درجة حرارة الجرافيت الى درجة معينة يُعدث احتراق تلقائى وكلما سخن أكثر يتعول الى لهب و وهذا الحريق من الصعب اخماده لأن الماء لا يؤثر فيه و ويتحول ثانى أكسيد الكربون الى أول أكسيد الكربون ،

ومفساعلات تشيرنوبل الأربعسة ذات قدره ١٠٠٠ ميجا وات لكلا منها والآخير بدأتفي العمل عام ١٩٨٤ وهذا المجاهدة بالمرافقة المحالية المح

وباستخدام الجرافيت يتمكن الاتحاد السوفيتي من استخدام اليورانيوم لحني التخصيب أو اليورانيوم ذي التخصيب المالية تنييسوم والوقود المتعالم ال

وتستخدم هذه المفاعلات كلما كان المفاعل أكبر :

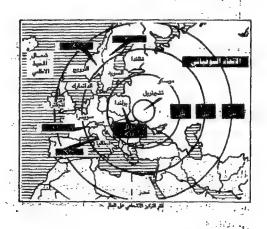
^{&#}x27;''' أَنْ الْمُعْرُبِيَةَ * الطَّاقَةُ الْكَهَرُّ بِيَةً * *

٢ _ توليد الأسلحة النووية ٠

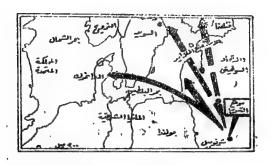
وقد يظن أن عــدم وجود مبنى حاو للمفساعل الآتى :

١ _ افتراض عدم حدوث حادثة من هذا النوع •

٢ ـ ضخامة المبنى حيث أنه مكعب هاثل يعتوى على
 عدة آلاف من الأطنان من الجرافيت بداخلها قلب مفاعل
 ٢٥ قدم × ٣٤ قدم في الوسط •



شكل (٢١) عن مجلة المُرسَ الوطني وعليان ١٤٠٦هـ ١٤



شکل (۲۲) خریطة تبین مواقع تسرب الاشمساع التووی ثم مناطبو. التشاره ـ. مجلة الحرس الوطنی ــ رمضان ۱۵۰۱هـ

وقد تم قياس التركيز الاشعاعي بالعالم خلال الأيام الأولى من الحادثة •

وعبوما فان الأفراد من الجمهور يتعرضون الى جرعة اشماعية ستوية مقدارها ١٠٠ ملى ريم ، وتوضع الحريطة المرفقة معدل التوزيع الإشعاعي شكل (٢١) حيث بلغ آكثر من عشرة أضعاف المستوى للماجي في بوليندا والسببويد وسويسرا ، هذا ولقد سجلت المراصد الإشعاعية انخفاض في التركيز الاشعاعي مع الزمن بعد الحادثة ،

ولقد ذكرت بعض التقارير الذي أعلنت أن سمبب الكارثة يرجع الى خلل مفاجى: فى الطاقة الكهربيسة وتم تشغيل مولد طوارى، للطاقة الكهربية على الفور الا أن ذلك كان عديم الجدوى ، وعليه توقفت مضخة التبريد الرئيسية فى المفاعل عن العمل ولم تعمل المضخة الاحتياطية ، مما أدى الى زيادة حرارة المفاعل وانصسهار الوقود واحتراق الجرافيت وصعود النيران ،

وكذلك ذكرت التقارير (*) أن الرياح التي كانت سائدة في منطقة المفاعل الروسي رياح جنوبية شرقيسة الى شرقية في طبقات الجو السغلي وغربية في طبقات الجو السغلي وغربية في طبقات الجو السغلي من منطقة الانفجار في البعاء الشمال الغربي والغربي • وأن الرياح السائدة في المنطقة الغربية في طبقات السيقل الغربية في طبقات السيقل تأثر الطقس بمنخفضات البعر المتوسط وتحركات منخفض السودان الأمر الذي يجعل الرياح السطحية جنوبية وبالتالي تكون أجواء المنطقة بمناى عن التلوث الذري •

وذكرت التقارير السوفياتية أن الخياة عادية خارج المنطقة المقيدة ٣٠ كيلومتر • ولاطفاء الحريق قامت وحدات من الجيش السوفياتي باسقاط رفل مبلل ورصاص والبوري

^{(*} الاستاذ عيمي صالح عُتقادي _ عَكَاف ه/ه/١٩٨٦ -

الماص للنيترونات بالطائرات العمودية على موقع المحطة وأن المقيمين داخل المنطقة المقيدة هم من العسكريين لحراسة المسانع والمبانى السكنية والممتلكات الخاصة وهم يرتدون الملابس الواقية طول الوقت وكما تم عمل تدريع خرساني أسفل وحول المحطة وبعد انخفاض درجة الحرارة بقسلب المفاعل الى درجة حرارة الغرفة ثم تغطيسة سقف المحطة بالحرسانة و



شكل (٢٢) رجال الطافي، في المانيا الغربية بالنعظم الواقية من الاشعاع يقومون بتطهير احدى السيارات القامة من المانيا الشرقية القاديا للتلوث النورى بعد كارثة مفاعل تشيرتوبل السوفيتي .

شكل (٢٣) يوضح اذالة تلوث سطح سيارة وشكل (٢٤) يوضع كيقية اجراء القياسات الاشعاعية لطلل روسي مهيم ، كما يوضع شكل (٢٥) جهاز قياس تركيز الاشعاع بالتربة ،



شكل (۲۶) فتى سوفياتى يقوم بقحص مستوى الاشسساع عند ظفل من: الهنجرين من مثباتة الكادلة -

واعلن المسئول السوفياتي بوريس يسني في ف عايو المهمات المهمات التووية وأن النشساط الاشماعي يرجع الى نواتج الانشطار النووي وأن مغنسل التعرض يقل عن ٢٠٠ روتنجون في الساعة • وبغعسل اسقاط الرمل المبلل والرصاص والبورن انخفض معسال التعرض الى المنسوب بعد عدة أيام •

وتدل التقسادير الواردة من أوربا ساندفاع الأفراد لشراء مشتقات اليود من الصيدليات مسا أدى الى تقسسه وكذلك الى الاعلان أن تناول اليود غير مفيد في حالة النشاط الاشماعي المنخفض مدا ولقد بلغ أقصى معدل للتعرض في بولندا الى ٥ ملى ريم لكل ساعه وفي السويد ١٥ ملى ريم لكل ساعة وفي السويد ١٥ ملى ريم لكل ساعة وفي السويد ١٥ ملى ريم لكل ساعة ٠

هذا ولقد تشكلت بهيئسة الطاقة الذرية لجنسة الطوارى (١) لبحث آثار الحادث آلنزوى للمفاعل الذرى السسسوفيتي وفق ١٩٨٥/٥/١٥ أصسدرت المثلكة العربية السعودية (٢) تعابير وقائية تتضمن خطر استيراد المواد والمنتجات الغسذائية من العول الملوثة بالاشسماع النووى وكما أصدرت الدول العربية قرارات بشأن حظر استيراد المواد والمنتجات الفذائية من دول الكتلة الشرقية واستيراد المواد والمنتجات الفذائية من دول الكتلة الشرقية واستيراد المواد والمنتجات الفذائية من دول الكتلة الشرقية والمستيراد المواد والمنتجات الفذائية من دول الكتلة الشرقية والمستيراد المواد والمنتجات المناسفية والمناسفية والمن

 ⁽¹⁾ الأمرام - ٨/٥/٢٨٨٠

^(¥) الشرق الأرسط ... 10/ه/١٩٨١ ·

مذا ولقد تم اعدام كميات كبيرة من اللعوم في الأردن و تطلب العول العربية حاليا شهادة من المصدر يخلو الواد الفذائية من المواد المشعة و تقوم حاليا معظم الدول العربية بشراء (استيراد) أجهزة خاصة بعمليات الكشيف عن الإشعاع بالمواد الغذائية وأجهزة كشف التلوث الإشعاعي وختاما فقد عقد الاجتماع الأول للجنة الرصد الاسبعاعي بالاردن خلال الأسبوع الأول من يوليو ١٩٨٦ وضمت في عضويتها ممثل عن الأردن وممثل عن مصر وآخر عن سوريا مدا بالإشافة الى ممثلين عن المراق والسعودية وذلك لمتابعة تركيز الاشبعاع بالهواء والمساء والسلسلة الفسندائية في المنطقة عدا والغيوم الاشعاعية تحتوي على ٩٠٪ من غاز اليود سام المسيريوم المشع وبلغ أقصى تركيز لليسود في التربة في السسويد والمجر حيث بلغ تركيز لليسود في السيريوم المجر حيث بلغ تركيز لليسود في السيريوم المجر حيث بلغ م ميكرو كودي في السنيريوم المبر حيث بلغ

وفى أوريا وخلال الاسبوع الشائى من الحادثة اعتم الافراد من الجمهور بشراء لجهزة قياس الإشعاع للتأكد من خلو المواد الفذائية من المواد المشعة وأدى ذلك الى انتهاء المحزون من هذه الاجهزة • ويرجع تلوث المواد الفذائية الى سقوط الأمطار بعرجة كبيرة والى تساقط الفبار •



شكل (٢٠) احد خبراء العهد القومي للعماية من الاشماع في فنلتدا يستعد لاختبار نسبة الاشعاع في عينة من التربة بالعاصمة الفنلنديسة هلستكي ،

ولا جدال في أن حادثه حريق مفساعل تشيرتوبل الروسي أوضح أن العالم وحدة واحدة وأن ما حدث في كيف تأثر به جميع سكان أوربا نفسيا واشعاعيا أحدا ولقد قام المسؤلون بالوكالة الدولية للطباقة الدرية بزيارة لموقع المحطة النووية عمل اوافق الاتحاد السوفيتي على اصدار تقارير يومية عن التركيز الاشعاعي المحلة عن التركيز الاشعاعي المساورية عن التركيز الاشعاعي المسلولية عن التركيز الاشعاعي التركيز الاشعاع التركيز الاشعاع التركيز الاشعاعي التركيز الاشعاع التركيز التركيز

كما استعانت السلطات الروسية بالطبيب الأمريكي روبرت جال المتخصص في زراعة النخاع العظمى • حيث عالج عدد من المصابين في موسكر • وكما ذكر العالم المصرى د • محمد كمال الفمراوى (أم) أن هذا النوع من العمليات التي يجب أن تتوفر فيها استعدادات خاصة حيث يسبحب النخاع للمريض ويحقن بنخاع عظمى مسليم ويترك المريض في غرفة معقمة لمدة أسبوع يتم خلالهسا تكوين خلايا اللم •

۱۹۸٦/۷/۸ الامرام (★)

^(**) الجزيرة ٢٠/٥/٢٨١١ ٠

مدا ولقد اعلى بعد مرور آكثر من سسبعين يوم على الحادثة حدوث شرخ في ماسورة المياه المشعة أسفل المحطة النووية مما أدى الى تسرب المياه المشعة بمعدل يصل الى ١٠ لتر في الثانية وأنه لم يتم السيطرة على الموقف الا بعد للحاولة الرابعة وأن تسرب هذه المياه قد يصل الى المياه المحوفية ٠

ولا جدال فى أن التقرير النهائى للحادثة سيعده المتخصصون فى الاتحاد السوفيتى وفى الوكالة الدولية للطاقة اللورية ·

إعلن عن اطلاق ٥٠٠ كيلوجوام (سسحاية) من المنازات المشعة الى الجو في انجلترا من خلال وحدة القدرة المنووية دونجنس في كنت وحدثت الحادثة حينسا قام الفنيون باحلالجزء في نظام تبريد الغاز لمفاعل مجنوكسـ٣ ولقد تم هذا الاطسلاق في ٣ مارس ١٩٨٦ ولم يعلن عنه الا في ٤ مايو من نفس العام ٥٠ وخلال معالجة حادثة مفاعل جزيرة الثلاثة أميال وبعد سنتين من الحادثة أطلق الى الجو ٥٤ ألف كورى من الكربتون سالمشع (غاز) الى الجو ٠كما أعلن عن حادث نووى آخر عند اجراء تفجير نووى (ش) يوم أعلن عن المهرا أعلى صحراء نيفادا أدى الى تسرب اشعاعات نووية في المنطقة وترحيل ٥٠٠ مهندس ٠

ويعلن بمجلة الأخبار النووية والتي تصدر عن الجمعية الأمريكية النووية عن حوادث المحطات النسووية شهريا • وطرق حماية الأفراد منها • ففي الإعلان دروس علميسة يستفاد منها لمواجهة الحوادث مستقبلا • ومما هو جدير

٠ ١٩٨٦/٥/٤ Observer عبي جرية (★)

[·] ۱۹۸۲/۰/۲۸ الامرام ۲۱/۰/۲۸۹۲

بالذكر أن المحطات النووية تطلق مؤادا مشعة بالبيئة خلال تشغيلها العادى • وفى العادة يتم سحب الغازات المشعة وكذلك المياه المشعة الى خزانات وتترك بها فترة كافية وذلك لتقليل النشاط الاشعاعى بفعل الزمن ثم تطلق الى البيئة بمعدلات محسوبه بحيث يكون تأثيرها على الإنسان والبيئة لأقل ما يمكن • ويتم ذلك من خلال مراقبة الهيئات المحلية والقومية وبعد موافقتها •

فى بداية الستينات اهتم العلماء بتأثير الاضعاع على المواد ومن بين مؤلاء العلماء الدكتور عدل بشساى الاستاذ بالمامعة الأمريكية بالقاهرة ولهذا فقد تم اسستبراد وحدة كربالت مشع من الطاقة الذرية الكندية وكانت قوة المصدر النساط الاسعاعي ١٠٠٠ كورى عند وصول الوحدة منذ خمسة عشر عاما وحمد الوحدة مدرعة بالرصاص الكافى لتوهين الاسسعاع الى مسستوى اشسعاعي منخفض ويسنم بالغيل حوله لفترات تصل الى ثمان ساعات يوميا هذا بالإضافة الى وجود ميقات لتحديد زمن تعرض الواد

ونظرا لتغير الاهتمامات بالجامعة الأمريكية بالقاهرة فلقد تركت وجدة الكوبالت المشيع في غرقة كمخزن (م) ولحاجة جامعة القاهرة لمثل هذا الصدر فقد تمت الموافقة على نقل وحدة الكوبالت الى جامعة القاهرة ولكن بعد 18 عاما من وصول المصدر الى الجامعة الأمريكية بالقاهرة و

445

(大) تكلفة اعادة الصدر ألى يلده الأصلى باعظة والمناف

ومن المعلومات السابقة بالكتاب (الفصل السابع) يمكن استنتاج التالي :

۱ ... وحدة الكوبالت ... ٦٠ عبارة عن وعاء رصاص يحتوى على مجبوعة من المصادر المشعة ٠ كل مصدر عبارة عن اسطوانة على شكل ابرة مصنوعة من الكوبلت ... المشع٠ ارجم الى شكل (١٣) ٠

۲ ـ بصدر عن الكوبالت ـ المسع اشعاعات مؤينة وللكوبالت نظائر عدم فهناك كوبالت ـ ٥٧ ويتميز يصغر نصف عمره والكوبالت ـ ٦٠ ويتميز بطول نصف عمره النسبي (٢٦ره سنة) •

۳ ـ يصدر عن الكوبالت ـ ۳۰ شماعان لكل تحول نورى ومناك فوتون بطاقة ۱٫۳۳ مليون الكترون فولت ومناك فوتون آخر بطاقة ۱٫۱۷ مليـون الكترون فولت أى أن الطاقة المتولدة لكل تحــول نووى = ۲٫۵ مليون الكترون فولت ؛

٤ ــ ثابت جاما للكوبالت ــ ٦٠ = ٢٩١١ رونتيون
 لكل ساعة لكل كورى على بعد متر

وعليه فان معدل التعرض للمصدر عنسدما استلمته الجامعة الأمريكية بالقساهرة (منذ ١٥ عاما) = ١٢٩٠ رونتجون لكل ساعة وهو غير مدرع ٠٠

ومعدل التعرض لنفس المصدر عندما استلمته جامعة القاهرة في عام $\frac{1}{\lambda}$ = $\frac{1}{\lambda}$ معــــدل التعرض لنفس المصدر عندما استلمته الجامعة الأمريكية بالقاهرة(١٩٧١) وهو غير مدرع \cdot

وهو یساوی $rac{1}{\Lambda} imes 1۲۹۰ = ۱۳۱۵ رونتجون لکل ساعة علی بعد متر <math>\cdot$

وذلك لأن قوة المصدر تقل الى النصف كل فترة نصف عمر ونظرا لانقضاء ١٥ سنة أى ثلاثة أنصاف أعمار فان قوة المسدر تقل الى الثمن تقريبا *

ه _ وعليه يكون معدل التعرض على بعد ٥ متر من المصدر وبدون تدريم يبلغ 3% فقفل من معدل التعرض على بعد متر تحت نفس الظروف السابقة يبلغ 3% 3% = 3% روتتجون لكل ساعة على بعد متر والمصدر غير مدرع بالرصاص 3%

٦ ــ ونظراً إلى المصدر مدرع بالرصاص • ونظرا إلى محملك العشر(*) للكوبالت ــ ٦٠ = ٤ سم من الرصاص •

وعليه فان معدل التعرض للوحدة وعلى بعد متر وفى وجود درع من الرصاص :

^(*) اربع الى تعريف مسلك العشر في حاشية الغمل الرابع •

- = ۱٦/۱۲۵ رونتجون لكل ساعة في وجود ٤ سم صاص
- = ۱٬۱۱۲۵ رونشجون لکل ساعة فی وجود ۸ سم رصاص
- ۱۲۱٫۵ ملی روتنجون لکل ساعة فی وجود ۱۲ سم رصاص
- = ۱۹۱۲ ملی رونتجون لکل ساعة فی وجود ۱۹ سم رصاص
- ۲ مل رونتجون لکل ساعة في وجود ۲ ساعة في وجود ۲ سنم رصباص ,
- = ۱٦١ر٠ أنه مل رونتجون لكل ساعة في وجــــود ٢٤ سم رصاص

أى ٥ر١٦١ ميكرو رونتجون لكل ساعة

٧ ــ وعليه يكون معدل التعرض للوحدة على بعيد ه أمتار وقى وجود ٢٠ ميم من الرصاص = ٦ ميكرو رونتجون لكل سناعة (أقل من معدل التعرض للاشماع الطبيعي) •

. 4 ب جنا ولقد دلت القياسات الاشماعية على سطح

الوح**دة بأن أت**صى معدل التعرض = ٥٠٠ ملى رونتجون لكل ساعة ٠

ولتفسير القراء السابقة تبين أن سمك الرصاص أقل من ٢٥ سم لأن القيامسات ثمت على مسافة أقل من متر •

٩ _ ولان وحدة الكوبالت على شكل اسطوانى يكون معدل التعرض أقصى ما يمكن بالمنتصف ويقل كلما بعدنا عنه وذلك لأن المسافة التى يجب أن يعبرها شعاع تزيد وعليه يتم تقليل للأشعة الصادرة من الصدر والعابرة الى الإقراد تم نقل الوحدة دون اتخاذ الأجراءات اللازمة وهى أخذ موافقة وزارة الصحة وميئة الطاقة الذرية • ويقوم الفنيون بقسم الوقاية بهيئة الطباقة الذرية بذلك ولكن تحت اشراف أحسد أعضاء هيئة التدريس من قسم الوقاية • ووضعت الوحدة باحدى غرف كلية العلوم بالجامعة كما تم وضع علامات ارشادية على باب الفرقة تفيد وجود مصدر مشم بها • الا أن حده العلامات الارشادية كانت من الورق للذي يسهل انتزاعه ولهذا فقدت العلامات •

1.1

خرجت وحدة الكوبالت المسسع من الغرفة خسلال الأنشيزع الأول من شهر مايو ١٩٨٦ • وظل المسدر المشم بمناخل درعه الواقى • واكتشف وجود الوحدة خارج الغرفة بعد ثلاثة أسابيع •

ا عدا ولقد تم عمل قياسات اشعاعية دلت على أن أقصى
 معدل تعرض على سطح هذه الوحدة = ٥٠٠ ملى رونتجون
 لكل ساعة ٥ كما تم عمل حاجز (كردوق) حول الصدر
 نصف قطره ٥ أمتار ٠

رِهِذَا ويجتبل تعرض عدة مثات من الطلبـــة والطالبات لاشعاع مِنْم الوحدة خلال وجود الوحدة خارج الغرقة

بعد أن قامت لجنة من هيئة الطاقة النرية ووزارة العسحة وجامعة القاهرة بدراسة الموضوع تقرر نقل وحدة الكوبالت المشع الى هيئة الطاقة النرية لحين اعداد مكان ملائم لها •

لتحديد الضرر الناجم من هذه الحادثة ولأغراض الوقاية من الاشعاع يمكن تصمينيف الضرر الى ضرر فردى وضرر جماعى •

۱ ـ غرر فردی :

نفترض طالبا كان ملاصقا للوحدة لمدة ٨ ساعات يرميا ولمدة ثلاثة أسابيع عنه منتصف الوحسادة (أقصى تعرض) •

۲ سا ضرر جماعی :

نفترض وجود ألف شخص ملاصقين للوحسة للدة المصاعات يوميا ولمدة ثلاثة أسابيع عند منتصف الوحمدة (أقصى معدل تعرض)

يكون التعرض الكلىلهم جميعا = ١٢ × ١٠٠٠ خـ ١٠٠٠ رجل ــ رونتجون •

ومن البيانات سالفة الذكر بخصوص الخطر الاشعاعي بالفصل الأول · واحتمالات الوفاة · ا ــ احتمال وفاة فرد واحد نتیجة ملاصقته للوحدة Λ ساعات لمنة ۳ أسابیم = ۱۲ \times ۲۰ ۰۰ \times ۱۰ \times ۱۲ \times ۱۰ \times ۱۲

أي واحد في المليون •

 ٢ ــ احتمال وفاة فرد واحد من ألف نتيجة ملاصقتهم جميعا للوحدة ٨ ساعات يوميا لمدة ٣ أسابيع (فرض مبالغ فيه لصغوبة تحقيقه)

 $\cdot = \gamma I \times \cdot I^{-3} = \gamma_{c} I \times \cdot I^{-\gamma}$

أي واحد في الألف *

الا أنه بالواقع يقل الاحتمال الى واحد فى المائة ألف الأن زمن التلاصق أقل بكثير من ٨ ساعات يوميا لمدة ثلاثة أسابيع ولأن ١٠٠٠ شخص مثلا لا يمكن أن يكونوا بتفس المنقطة فى نفس الوقت و والضرر الذى وقع نتيجة هـذا الحادث هو شرر نفسى جماعى .

واذا كان لى تعليق على حادثة وحدة الكوبالت ــ المشم المتى تمت بجامعة القاهرة فهو الآتى :

السليم بشأن يجب على الجامعة الأمريكية بالقاهرة التخطيط
 السليم بشأن كيفية التخلص من المسسسدر المشع قبل
 استياده من خيسة عشر عاما ٠

٢ ــ كان يجب الاتصال بوزارة المسحة وهيئة الطاقة
 اللزية وترتيب اجراءات تقسيل المسمور وأخذ الموافقسات
 الرسمية •

 ٣ - كان يجب على جامعة انقاهرة اعداد المكان الملائم لتشغيل وحدة الكوبالت المشع وليس المكان الملائم لتخزين الوحدة ٠

كان يجب التساكد يوميا من وجسود اشارة
 الاشعاعات المؤينة بالغرفة والتاكد من أن وحدة الكوبالت
 المشع بها • وهذه من واجبات أمن الكلية •

هـ الضرر (كما اتضع من الحسابات الاولية) للفرد
 لا تزيد عن الواحد في المليون أي به من الضرر الناجم
 عن الاشعاع الطبيعي .

آ - الضرر على الأفراد يزيد بزيادة عددهم - وعلينا
 أن نتجنب التجمهر في حالات الاشماع كما حو الحال في
 حالات أخرى كالحريق مثلا •

 ٧ -- الضرر الذى وقع هو ضرر نفسى -- أصاب الطلبة خلال فترة امتحانهم وكان يمكن تجنبه ، باتخاذ الاجراءات السليمة من قبل ادارة الجامعة ،

١٨٠ كما وقع ضرر نفسى على الأفراد من قبل رجال الاعلام وذلك لاستخدام لفظ ـ قنبلة الكوبالت _ وهو لفظ خاطى؛ علنيا • لأن القنبلة تنفجر أما الوحدة الخاصسة بالحادث فهى لا تنفجر • الا أنه فى حالة الحروب _ يوجد ما يعرف بقنبلة الكوبالت حيث تتكون من الكوبالت المشع فى صورة مسحوق بقلب القنبلة وهمذا المسحوق مشم وعند انفجار القنبلة ينتشر فى الهواء والماء والمواد الفذائية مسببا تلوث داخل وتلوث خارجى وتعرض اشعاعى هائل • حتى القنابل الكوبالتية المشعة يوجه قواعد واجراءات خاصة بها:

ا معبور منطقة التلوث وذلك باستخدام الملابس
 الواقية والاقنعة الواقية ويفضل أن يتم ذلك بواسسطة
 المدرعات •

٢ ــ ازالة تلوث منطقة التلوث وتتطلب زمنا طويلا
 لتقليل كمية الاشمعاعات بالمنطقة أو تقليب الأرض كما سبق
 ذكره مع استخدام مواد كيميائية خاصة

وفى الحتام فان استخدام الاشعاعات المؤينة له فوائد عديدة وعلى سبيل المثال لا الحصر علاج الأورام السرطانية وتشخيص الأمراض المختلفة والكشف عن عيوب المواد وتعقيم المواد الطبية وحفظ الأغذية ومتابعات الكيميائية والكشف عن البترول والماء وكذلك في مجالات أخرى منها الدراسات والبحوث العلمية -

ولا يمكن تجنب هذه الاشعاعات المؤينة لانها موجودة بالطبيعة في الهواء والماء والمواد النسفائية ولكن بكميات متناهية في الصغر وتصل الينا من الأشعة الكونية كما تنطلق من التليفزيون وأجهزة العرض وتوجد في بعض المجوهرات وحتى في زجاج العدسات • كما أننا لتعرض لجرعات اشعاعية زائدة عند السفر بالطائرات وذلك لزيادة كمية الاشعاعات المؤينة مع الارتفاع عن سطح البحر •

ومع استخدام الاشعاعات المؤينة تقع حوادث ومن خلال تفهم الحادثة نتجنب حوادث مثلها • والحوادث تقع بالدول المتقدمة والدول النامية أيضًا •

وكما ذكر د عابر حسيب (*) أن حادثة ممسائلة

^(\$) الأهرام في ١٩٨٦/٢٨٥٠ .

رقمت في المكسيك عام ١٩٨٣ عندما بيعت وحبة كوبالت مشع الى تاجر خردة وأدت الى تعرض ٢٨ فرد في المكسيك لجرعات تتراوح بين ١٠٠ و ٣٠٠ ريم وأرجعت الوكالة المعولية للطاقة المذرية هذه الحادثة الى عدم تنفيذ تشريعات الوقاية من الاشعاع بالمكسيك بالكفاءة المطلوبة . يعد أكثر من سبعة شهور على انفجهار مفاعل تشرنوبل ما اتضح أن السبب الرئيسي لهذا الانفجاد هو خطأ بشرى ولقد سبب هذا الحادث نكسة للصناعة النووية العالمية وكذلك تأجيل مرة أخرى للبرنامج النووى المحرى مع اعادة دراسته مرة أخرى على ضوء ما حدث في مفاعل تشرنوبل وكما سبق ذكره فان البرنامج المصرى يتضمن بناء ثمان محطات قدرة نووية لتوليد الكهرباء قدرة كل منها ألف ميجا وات و

هذا ولقد دلت القياسات الاشعاعية على أن السحابة الاشعاعية لا تعرف الحدود الجغرافية بين الدول • ويمكن اعتبسار هسفه الحادثة بشابة تفجسير نووى بالقرب من سطح الأرض ثم في منطقة آهلة بالسكان • ومن حسن الطائع (١) أن هذا الانفجار تم بعد منتصف الليل ومعظم السكان داخل منازئهم وكذلك انتشار السحابة الاشعاعية بقوة ضغط الانفجار رأسسيا الى أعلى وانتشرت السحابة بسحابة

 ⁽١) د٠ محمد أحمد جمعة ، البعد الرابع لانفجار مفاعل تشيرتو بل _ الشرق الأوسط _ ١٩٨٦/١٢/٥ .

الاشتجاعية بواسسطة الرياح الى معظم الدول الأوربية وتساقط الفيار الذرى على الأراشي الزراعية كما هو الحال مم الأتربة أو يفعل المطر •

، ووصل الاشعاع النووى الى الانسان في أوريا عن طريق •

العرض الخارجي • التعرض الخارجي •

(ب) عن طريق تنساول الطعام أو الاستنشاق ــ
 التعرض الخارجي •

وبالنسبة الى منطقة الشرق الأوسسط فقد يصل البنا الاشعاع عن طريق الطعام المستورد

ولقد تم تشكيل لجان للكشف على سلامة البضائع الماواد الفدائية الواردة الى منافذ دول الشرق الأوسسط وذلك للتأكد من سلامتها وعدم تلوثها بالإشعاع الناتج عن حادث المفاعل السوفياتي وذلك للحفاظ على صسحة المواطنين و ويتم ذلك على مرحلتين :

الرحلة الأولى: الكشف السريع على جميع المواد الفذائية بواسطة أجهزة كشف الاشعاع المتنقلة ·

الرحلة الثانية: عندما يكتشف الفريق الأول ارتفاع في المستوى الاشعاعي لبعض العينات تتقل هذه الهيئات الى معامل المركز النووي لبحوث وتكنولوجيا الاشعاع بمصر ومعامل كليسة الهندسسة جامعة الملك عبد العزيز في السعودية وذلك لاجراء التحليل الدقيق لتحديد العناصر المشعة ونسبة كل عنصر بالعينة .

عدا ولقد تم ضبط العديد من المواد الشعة الماوته الشماعيا الواردة الى مداخل بعض دول الشرق الأوسسط وتم اعادة هذه المواد الغذائية الى مصادرها ولم يسمح لها يدخول هذه الدول •

ومن خلال تجميع القياسات الاستاعية التي تمنا داخل الاتحاد السوفياتي وخساريه في أوربا وأمريكا واليابان اتضح أن المادة المشبعة التي أطلقت في اليوم الأولم للانفجار ومسلت الى ١٢ ميجا كورى انخفضت الى ٢ ميجا كورى في اليوم الرابع والخامس ثم ارتفعت مرة أخرى الى ٧ ميجا كورى في اليوم الثامن والتاسع بعد الانفجار • ويرجع السبب في ذيادة الانبعاث الاشعاعي الى المحاولة التي تمت لتغطية قلب المفاعل عن طسريق قذف مواد منها الرمل والطين المبلل والخرسانة والبوران والرصاص بواسطة الطيران العمودي وقد تمت السيطرة على درجة الحرارة داخل المفاعل بواسطة حقن قلب المفاعل بالنيتروجين السائل (ـ ١٤٦ درجة مثوية) •

ومن آهم العناصر التي أطلقت من قبل المفاعل عنصر السيزيوم ــ ١٣٧ وتقدر كمية المواد المشعة التى اطلقت من السيزيوم من قلب المفاعل السوفياتى مليون كورى أى حوالى ٤ ١٠٠٤ بكريل أى ٤٠ ألف ملياون مليون بكرل (والبكرل كما سبق ذكره فى الفصول السابقة مى وحدة النشاط الاشعاعى ويمثل واحد تحول نووى لكل ثانية) ويتمين السيزيوم المسلم بأنه يتحول الى بادياوم منهيج والأخير يتحول الى عنصر باريوم مستقر مع انبعاث فوتونات بطاقة ٦٦٠ كيلو الكترون فولت .

ومن خلال دراسة تأثير السيريوم المسم على الإنسان تم الاتفاق بين دول السوق الأوربية المستركة على أن يكون حد السماح بدخول المواد الغذائية على النحو التالى:

أ - اللحسم والمواد الفذائية ماعدا اللبن :
 النشاط الاشعاع لكل كيلو جرام .
 بكريل لكل كيلو جرام

٣ - اللين: ٣٧٠ بكريل لكل لتر

وكذلك غذاء الأطفال

وتقوم معظم دول الشرق الأوسط بتطبيق توصيات السوق الأوربية المشتركة ·

وختاما فان من فوائد حادثة انفجار مفاعل تشرنوبل اهتمام الدول بشراء أجهزة قياس الاشعاع بالبيئة وتدريب الكوادر على استعمال هذه الأجهزة الفائقة الحساسية

ووضع لوائع وتوصيات بشأن السماح للمواد الغذائية التى قد تحتوى على مواد مشعة ببخول المدائن • وبالنسبة الى بعض الدول العربية فقد تشكل مركز رصد اشعاعى بين مصر وسوريا والعراق والسعودية والاردن يهدف الى عمل شبكة رصد اشعاعى في كل دولة من هذه الدول ومن ثم تعسل على تبسادل المعلومات والخبرات في هذا المجال •

ولايزال الانسسان يتعلم من أخطسائه ويستفيد والله الموفق -

القامرة ۱۹۸۷/۱/۱٤

- ۱ د محمد أحمد جمعة وصلاح مصطفى ــ الاشعاع
 الذرى ــ دليل وطرق الوقاية ــ دار الراتب ــ لبنان
 ١٩٨٤ -
- ۲ د محمسه احمسه جمعسة تلوث البيشسة والاشعاع والأمان مكتبة الخريجي الرياض 19۸٥
- اسس السلامة للحماية من الاشساع _ منشورات الوكالة الدولية للطاقة الذرية _ سلسلة السسلامة رقم ٩ ـ الوكالة الدولية للطاقة الذرية _ مترجم الى الدريى _ حيثة الطاقة الذرية ٠ مصر ٠
- اللائحة التنفيذية للقانون رقم ٥٩ لسنة ١٩٦٠ والخاص بتنظيم اسستخدام الاشسعاعات المؤيسة بجمهورية مصر العربية ٠
- د خضر عبد العباس حمزة الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية منشــورات لجنة الطاقة الذرية العراقية بغداد ۱۹۷۳ •

- ٦ ـ د ٠ عدنان مصطفى ــ الطاقة النسووية العربية ...
 عامل بناء جديد ـ مركز دراسات الوحدة العربية ...
 لىنان ١٩٨٣ ٠
 - ٧ ـ الدكتور اسماعيل بسيوني هزاع ـ قصة الذر،
 الكتبة الثقافية العدد ٢١ ـ ١٩٦٠ ـ مصر
- ٨ ـ الدكتور محمد يوسف الشوادبي ــ الذرة في خدمة الزراعة ــ المكتبة الثقافية العدد ٣٦ ــ ١٩٦١ ــ ٥سر
- ٩ ... د ٠ محمد أحساد جمعة ... ندوة بقسسم الكمياء
 النووية ... هيئة الطاقة الذرية عن حسادثة مفاعل جزيرة الثلاثة أميال ... مارس ١٩٨٠ ٠
- ١٠ د٠ محمد أحمد جمعة الجواجز الواقية للنيتروات برسالة العلم ٣٧٠ ، ١٩٧٠ ٠
- ۱۱- د ۰ محمه أحمد جمعة .. تدريس الفيزياء الصحية بالجامعات .. المؤتمسر العربي لتدريس الفيزياء بالجامعات .. ديسمبر ۱۹۸۲ .. القساعرة آكاديمية البحث العلبي والتكنولوجيا ٠

- F.H. Attix, W. C. Rocsch, Radiation Dosimetry. Academic Press, 1968.
- J. Sharpe, Nuclear Radiation Detectors John Wiley, 1964.
- S. Glasstone and A. Sesonki, Nuclear Reactor Engineering, Van Nostrand Reinhold company. 1967.
- 4 S. Glasstone and W. H. Jordan, Nuclear Power and its environmental effects, American Nuclear Society, 1982.
- Safety series No 55.
 Planning for off-site Response to Radiation Accidents in Nuclear Facilities, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1981.
- Safety series No. 57, Generic Models and parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuchides from Routine Releases, International Atomic Enery Agency, Vienna, 1982.

- A. Klimov Nuclear Physics and Nuclear Reactors; Mir Publishers, Moscow, translated to English, 1975.
- Constitution of International Radiation Physics Society, 1986.
 - R. F. Mould, Radiation Protection in Hospitals, Adam Hilger Ltr., 1985.

القهرس

صفح	Ji								الوضوع
٣	٠	•	•	٠	•	•	•		مقسياهة
٥			•	•		•	٠	•	الاشعاع
٩				•	•		•	•	الاشعة
11	٠	٠	٠	•	•		بسية	مغناط	الاشعة الكهرو
10		•		•	•	•	•	•	الانارة
۱۷	•	•	*	٠		٠	•	٠	التاين
19	•	•	•	•	*	*	•	ä,	المادر الشه
۲٠			•	•	•	•		وية	التفاعلات النو
77	•	٠		٠	•		•	عى	الخطر الاشتعا
77	٠	•			بعاعو	الاشد	باط	ة النش	الكوري وحد
۲۸	٠	•	٠		٠	٠	ی	التوو	ثابت التحول
41	•	•	۰	٠	٠	•	٠		تصف العمر
۲٦		•	•	٠	•	•		•	البكول
77	٠	•		=1	الهو	ے فی	ليعاع	ل الاد	كيز النشاء
77	٠	٠	٠	٠					كيز المواد

الموضوع				1	الصفحة
تركيز المواد المشعة في الماء	•	•			٤٣
تفاعل الاشعاع مع المواد •	٠	٠	•	٠	۳۷
الاشعاع الموجى ٠٠٠.	•	•	•	•	٣٨
الاشعاع الموجى المؤين •			•		٤٠
تفاعل الاشعاع الجسيمي مع المواد		•	٠		٤٥
أشمعة ألف	٠	٠	•	•	٤٦
أشعة بيتا ٠٠٠	•			٠	٤٧
البروتونات	٠		٠	•	٨٤
الجسيمات المنشطرة • •		•			۰۰
تفاعل النيترونات مع المواد	•				٥١
تفاعل الاشماع مع الخلايا	*		•	•	70
" I care that cots	٠	•		•	00
الوقاية من الاشعاع • • •	•	٠		•	٥٩
أشعة ألف ٠٠٠	٠		•		٦.
أشعة بيتا ٠٠٠					77
أشــعة اكس ٠٠٠	٠		•	٠	75
أشــعة جامـا	-		•	•	77
النبت و نات					

منفحة	d)								الوضوع
٧٢	•	•	•	•	•	•	٠	•	ثابت جاما
۷٥									قانون التربي
٧٧	•	•	•	٠	•	•	•	ل	التعرض الكإ
٧٨	•	•	•	•		بعاع	ועג	قية من	الحواجز الوا
٨١	•	•	•	•	•	•	•		التعرضات
۸۳		•	•	•	*	الراد	ية ــ	ة المتم	وحدة الجرء
٨٤			•	•	ی	. الجوا:	بة _	ة المتم	وحدة الجرء
۸٦	•	•	•	•					الريم ــ وحا
۸۸		45	شحد	المسا					السيفرت و
9.	٠	•	*	•					السلامة في
98	•	٠	•			•		لشخصى	الترخيص ا
78	٠	٠	•	٠	•	•			الترخيص ا
9.8	•	•	•	•	•				تبرير المار
97				•					الوقاية الأه
٩٧	٠	٠.		٠	•	•		، الجرعة	نظــام حه
99	٠	٠		٠	•	•			التعرضات
١	•	٠	•					المنية	التعرضات
1.4	•	*	٠	•	•	•			التعرضات
١٠٤	•			•		جهمور	ن اا		تعرضات ا
1.0			• •	25					التعم ضات

4358.4	וט									وضوع	Į,
1.7		•	يعة	بالطب	ياع	الاشب	ماع ــ ا	لاشا	نادر ا	ض مص	æ
٧٠٨		-	•	•	•					کینات	
111	•	٠			•					سادر ا	
114	•	*	٠	•	*					حدة ال	
110	•	•	•	٠	٠		_			حدة جا	
111	٠	•	٠	٠	•					حدة ال	
114	٠	٠								حدة ال	
17-	•	٠	•	•	٠	•	•			يود -	
177	*	•	٠	•	٠	•	•	٥	لشب	لدهب ا	'n
174	a	•	•	•	*	٠	خ	لش	يوم أ	لصبود	h
371	•	•	•	*	٠	٠	•		ديوم	بر الرا	î
177	•	٠	٠	•	٠	٠	7	۲۹	رنيوم	لكاليفور	1
178	٠	٠	•	٠	٠	•	٠	ی	لنوو	لفاعل ا	ă
144	٠	•	٠	٠	٠	٠		نوث	البح	فاعلات	A
144	٠		نوويا	ث ال	بىحو	لز ال	ية مرآ	الذر	لماقة	دارة ال	1
371	•	٠	ساع	ا الاش	وجي	كنوا	نوث وت	, ليہ	لقومى	لمركز اا	1
140	•	· - j:	•	٠	ية	المصر	لذرية	1 33	لمسا	ميثة ال	•
177	•	•		*						وسسة	
۳۷	•	٠.	بار	الكهر	4.,					بحطات	
143		•		•	•		للبحطة	زية	الح اد	لكفاءة	1

الموصوع					71	مسعته
السعة الكهربية لمحطة تولي	اد ئ	وية	•	٠	•	121
تراخيص محطات القدرة الن	رو يا	٠	٠	٠	•	188
سلامة المحطأت النووية	•	٠	٠		•	120
الدفاع في العبق	•	•	•		•	۱٤٧
حسن اختيار الموقع	•	٠			-	101
المنطقة المقيدة	•	٠	•	٠	٠	101
منطقة التخطيط للطواريء		٠	•	•	٠	301
المسافة من مركز سكاني	٠	•	•	-	٠	100
خطط الطوارى • •	•	•	•	•	٠	107
خطط الطوارىء خسارج موقع	-11	طة ال	نسوو	ية	٠	۸٥٢
حوادث المحطات النووية	•	•	٠	•	•	171
حادثة مفاعل وجزيرة الشـــ	ΚÜ	أمياز	« c	•	•	377
حادثة مفاعل تشمير نوبل	•	•	*	•	•	۸۲۱
اعلان حادثة مفاعل تشيرنوب	J	٠	•	•	•	۱۷۰
لحيادثة ٠٠٠	٠	٠	•	٠	•	۱۷۲
حوادث نووية آخرى	•	•	•	•	٠	۱۸۰
حادثة وحدة الكوبالت المشع	•	•	•		•	۱۸۷
نقل المحامة • • •				•		195

لصفحة	ħ									الوضوع
1981	٠	•	٠	•	•	•	•	•		الحادثة
197	•	•	٠	٠	•	٠	•		•	التعليق
۲٠٠	٠	•	بل.	ىر ئو	ل تش	مفاعا	جار	انة	بجال	الجديد في
۲٠٥	٠	•	٠	•	٠	٠		ـة	ربيـ	المراجع الع
٧٠٧	•	٠	•	•	٠	•		ā,	جنبي	المراجع الأ-

•

.

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الايداع بدار الكتب ١٩٨٧/٤٥٣٧

ه دشيا